

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

Departamento de Metodología de las Ciencias del Comportamiento



EL RUIDO Y SUS EFECTOS EN PROCESOS COGNITIVOS

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Zuleyma del Rosario Santalla Peñaloza

Bajo la dirección de la doctora

Carmen Santisteban Requena

Madrid, 1992

ISBN: 978-84-669-1340-9

**EL RUIDO Y SUS EFECTOS
EN PROCESOS COGNITIVOS**



AUTORA: ZULEYMA DEL ROSARIO SANTALLA PEÑALOZA

DIRECTORA: PROF. DRA. CARMEN SANTISTEBAN REQUENA

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE PSICOLOGIA

**DEPARTAMENTO DE METODOLOGIA DE LAS
CIENCIAS DEL COMPORTAMIENTO**



TESIS DOCTORAL

Madrid, Junio 1992

TESIS DOCTORAL REALIZADA POR *DÑA. ZULEYNA DEL ROSARIO SANTALLA PEÑALOZA*, Y DIRIGIDA POR LA *PROF. DRA. CARMEN SANTISTEBAN REQUENA*, CATEDRATICA DEL DEPARTAMENTO DE METODOLOGIA DE LAS CIENCIAS DEL COMPORTAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID. ESTE TRABAJO, PARA LA OBTENCION DEL GRADO DE DOCTOR, SE HA ELOABORADO EN EL DEPARTAMENTO DE METODOLOGIA DE LAS CIENCIAS DEL COMPORTAMIENTO DE LA FACULTAD DE PSICOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, CON ASESORAMIENTO TECNICO DEL INSTITUTO DE ACUSTICA "TORRES QUEVEDO" DEL C.S.I.C.



Fdo.: Carmen Santisteban Requena

*A Manolo y Francisca...
por un incondicional
apoyo que convirtió
mis sueños en realidad.*

*A Manuel Gerardo...
porque, con un poco
de esfuerzo, tus
sueños también serán
realidad.*

INDICE.

INTRODUCCION.....	2
--------------------------	----------

PRIMERA PARTE:

REVISION CRITICA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EXPERIMENTOS RELATIVOS A LOS EFECTOS DEL RUIDO SOBRE EL RENDIMIENTO (1960-1991) .

CAPITULO I: EFECTOS ESPECIFICOS DEL RUIDO SOBRE EL RENDIMIENTO.

1.- Efectos del ruido en tareas que implican recuerdo a corto plazo del orden y de la posición en la serie.....	8
2.- Efectos del ruido sobre el rendimiento en tareas que implican recuerdo y/o reconocimiento de listas de palabras categorizadas y de categorías.....	25
2.1.- Efectos del ruido sobre el rendimiento en el recuerdo de listas categorizadas de palabras.....	25
2.2.- Efectos del ruido sobre el reconocimiento de distintas categorías y su recuerdo.....	35
2.3.- Efectos del tamaño de la categoría.....	41
2.4.- Efectos de la modalidad de presentación de los estímulos.....	47
3.- Efectos del ruido sobre el rendimiento en tareas visuales.....	53
3.1.- Figuras enmascaradas.....	53
3.2.- Formas globales y detalles.....	54
3.3.- Tareas de vigilancia.....	57
3.4.- Tareas de reacción serial.....	61
4.- Efectos del ruido sobre el rendimiento en el test de Stroop.....	67

5.-	Efectos del ruido sobre la inteligibilidad del lenguaje oral.....	79
6.-	Efectos sobre el rendimiento de los distintos tipos de ruido y de sus formas de presentación.....	96
6.1.-	Relaciones entre distintos tipos de ruidos y rendimiento.....	96
6.2.-	Efectos diferenciales de las distintas formas de presentación del ruido.....	103

CAPITULO II: APROXIMACIONES TEORICAS PARA LA EXPLICACION DE LOS EFECTOS DEL RUIDO SOBRE EL RENDIMIENTO.

1.-	Efectos del ruido entendidos como un enmascaramiento del lenguaje interno.....	107
2.-	Ruido, arousal y selectividad de la atención: Factores intervinientes.....	131
2.1.-	La dimensión de personalidad.....	142
2.2.-	La sensibilidad individual al ruido.....	144
2.3.-	La cafeína.....	149
2.4.-	La hora del día en que se realiza la tarea experimental.....	151
2.5.-	La temperatura ambiental.....	163
3.-	Niveles de procesamiento.....	167
3.1.-	Modelos multialmacén.....	167
3.2.-	Niveles de procesamiento.....	170
3.3.-	Los efectos del ruido y la postura de los niveles de procesamiento.....	179
3.4.-	Critica final a la postura de los niveles de procesamiento.....	182
4.-	Teoría de la selección de estrategias.....	186
5.-	El rol del esfuerzo mental.....	196

CAPITULO III: EFECTOS PSICOPATOLOGICOS Y FISIOLÓGICOS DEL RUIDO.

1.-	Efectos psicopatológicos del ruido.....	202
1.1.-	Los aspectos físicos del ruido y el malestar subjetivo.....	205

1.2.-	La sensibilidad individual al ruido y el malestar subjetivo.....	219
1.3.-	Otros factores relacionados con el malestar subjetivo causado por el ruido.....	224
2.-	Efectos fisiológicos del ruido.....	229
3.-	El ruido y las perturbaciones en el sueño.....	239
4.-	El ruido y la pérdida auditiva.....	247
4.1.-	Otras variables que influyen en la relación observada entre ruido y pérdida auditiva.....	263
4.2.-	Pérdida auditiva y comunicación verbal.....	265

SEGUNDA PARTE:

ESTUDIOS EXPERIMENTALES DE LOS EFECTOS DE LA EXPOSICION A RUIDOS HABITUALES SOBRE EL RENDIMIENTO.

CAPITULO IV: ESTUDIO EXPERIMENTAL SOBRE LOS EFECTOS DEL RUIDO EN EL RENDIMIENTO EN TAREAS DE RECUERDO A CORTO PLAZO DE LISTAS DE PALABRAS CATEGORIZADAS.

1.-	Introducción.....	274
1.1.-	La medida del agrupamiento.....	279
1.2.-	Otros factores que pueden influir en el rendimiento de los sujetos en la tarea de recuerdo de palabras categorizadas.....	285
2.-	Objetivo de investigación.....	290
3.-	Hipótesis de trabajo.....	291
4.-	Metodología experimental.....	293
5.-	Análisis y resultados.....	307
6.-	Discusión y conclusiones.....	328

**CAPITULO V: ESTUDIO EXPERIMENTAL SOBRE LOS EFECTOS DEL
RUIDO EN EL RENDIMIENTO EN TAREAS DE
COMPRESION LECTORA Y RECUERDO DEL CONTENIDO
DE TEXTOS.**

1.-	Introducción.....	338
1.1.-	Modelos explicativos de la comprensión lectora.....	339
1.1.1.-	Modelo de la estructura del conocimiento.....	341
1.1.2.-	Modelo de tratamiento de textos.....	344
1.1.3.-	El modelo de Black.....	349
1.2.-	Los efectos del ruido.....	352
2.-	Objetivo de investigación.....	356
3.-	Hipótesis de trabajo.....	357
4.-	Metodología experimental.....	359
5.-	Análisis y resultados.....	382
6.-	Discusión y conclusiones.....	403

CONCLUSIONES	412
---------------------------	------------

BIBLIOGRAFIA	428
---------------------------	------------

ANEXOS:

ANEXO 1.....	448
ANEXO 2.....	452
ANEXO 3.....	455
ANEXO 4.....	459
ANEXO 5.....	466
ANEXO 6.....	469
ANEXO 7.....	474
ANEXO 8.....	480

AGRADECIMIENTOS.

Deseo expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a la *Prof. Dra. Carmen Santisteban Requena*, sin cuyo asesoramiento, dedicación, orientación, colaboración y apoyo personal incondicional, este trabajo no hubiese sido más que un proyecto.

Al *Prof. Salvador Santiago Páez* su invalorable asesoramiento y sus acertados comentarios en todos aquellos aspectos relativos a la medición y control del ruido.

A la *Dra. Pilar Zuluaga* agradezco el asesoramiento y la ayuda prestada, tanto a nivel teórico como práctico, en relación con los análisis estadísticos implicados en este trabajo.

Agradezco al *Lic. Jesús Alvarado* por haber dedicado parte de su valioso tiempo a revisar la redacción de este manuscrito.

A *Juan Manuel de D'Asençao* y a *Moraima Santalla* agradezco infinitamente el cariño y el desinterés con el que compartieron conmigo muchas horas de trabajo.

Finalmente, deseo expresar mi sincero agradecimiento a todos aquellos alumnos de la Facultad de Psicología que se prestaron desinteresadamente a participar en las distintas fases experimentales implicadas en la presente tesis.

INTRODUCCION.

INTRODUCCION.

El desarrollo industrial que caracteriza a la sociedad de nuestros días, ha traído como consecuencia inevitable que las personas se vean obligadas a desarrollar gran parte de sus actividades, tanto laborales como recreativas, en ambientes donde la presencia de distintos ruidos y sonidos constituyen un elemento de interferencia importante que, como se ha comprobado, no sólo afecta a la salud física y psíquica de los individuos, sino que también interfiere con el desarrollo de esas actividades modificando el rendimiento.

Durante muchos años, la investigación de los efectos de distorsión que puede ejercer el ruido sobre la eficiencia de las personas cuando realizan determinadas tareas, se realizó en el estudio de los efectos del ruido presentado a muy altos niveles de intensidad, pero, dichos niveles sonoros son sólo característicos de ciertos contextos industriales y, en general, se dan en una pequeña parte del ámbito laboral. Sin embargo, en la gran mayoría de los casos, las personas deben llevar a cabo sus actividades en lugares cuyas condiciones acústicas se caracterizan por la presencia de sonidos y ruidos que tienen niveles moderados de intensidad. Entendemos como ambientes ruidosos, pero de intensidad moderada, aquellos en los que se registran niveles que están entre 60 y 80 dB de intensidad; consideramos que los niveles de intensidad son altos cuando están entre 80 y 90 dB; y por ambientes sonoros con muy altos niveles de intensidad aquellos en los que se registran niveles superiores a los 90 dB.

Nuestro estudio está motivado porque las investigaciones desarrolladas con objeto de determinar los efectos específicos del ruido, a niveles moderados de intensidad, sobre el comportamiento y el rendimiento de los individuos, aportan conclusiones muy diferentes y, en muchos casos, contradictorias. Esta variabilidad en los resultados han conducido a que se propongan un conjunto de teorías que sólo dan explicaciones parciales, pero no permiten hacer generalizaciones que den lugar a un cuerpo teórico que explique unánimemente toda la gama de resultados experimentales obtenidos.

Surge así la necesidad de hacer una revisión crítica de los resultados más relevantes obtenidos en este área que nos permita:

- 1.- Especificar cuáles son las variables experimentales diferenciadoras que hacen que distintos investigadores obtengan resultados diferentes cuando estudian el mismo problema.
- 2.- Establecer, de todas esas variables, cuáles son las más relevantes para responder a la cuestión central de si, realmente, el trabajar bajo condiciones ruidosas tiene efectos perjudiciales en el rendimiento de los individuos. Restringiendo nuestros estudios a aquellas tareas que requieren procesamiento y recuperación de información.

Por lo tanto, nuestro trabajo consta de dos partes bien diferenciadas, una se centra en la revisión crítica citada, y la otra contiene todo lo relativo a los estudios experimentales que hemos realizado y que nos han permitido clarificar algunos de los aspectos involucrados en el estudio de los efectos del ruido sobre el rendimiento.

En la revisión crítica se han analizado más de 200 referencias, extrayendo la información relevante y diferencial entre unos trabajos y otros. Se ha realizado además la identificación de las variables intervinientes y se ha discutido su influencia en los resultados experimentales y en la explicación dada a dichos resultados.

En nuestros estudios experimentales hemos considerado fundamentales las variables relativas a:

- 1.- *Las características físicas de los sonidos, sus clases y el modo de presentación.*

Se han considerado las variables intensidad y sonoridad. El tipo de sonidos elegidos han sido sonidos y ruidos habituales. El modo de presentación a sido como fondo ambiental, estando el sujeto inmerso en el sonido como una condición ambiental. Esta elección del tipo de sonido y forma de presentación constituye una de las aportaciones originales e importantes de este trabajo, ya que, esto nos diferencia del resto de los trabajos encontrados en la literatura en los que, la estimulación sonora presentada a los sujetos experimentales es un sonido generado electrónicamente que, difícilmente, tiene un correlato con las situaciones reales de trabajo.

2.- *Las características intrínsecas a la actividad realizada.*

Las tareas a realizar se pueden compendiar en ejercicios de memoria y de comprensión. Desde nuestro punto de vista, el factor más importante a tener en cuenta es la dificultad de la tarea, entendida como la mayor o menor complejidad de los procesos cognitivos intervinientes para la realización de una tarea dada. En este sentido, estudiamos: a) el rendimiento de los sujetos cuando la tarea requiere, simplemente, atención, retención y recuperación de información verbal simple, del tipo palabras, b) el rendimiento de los sujetos cuando la tarea conlleva la comprensión del significado y la recuperación de parte de la información inmersa dentro de un contexto verbal amplio, como es un texto escrito, y c) contrastamos los resultados experimentales obtenidos en relación a los efectos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en ambos tipos de tareas.

3.- *La propia subjetividad de los individuos que trabajan en presencia de determinados estímulos sonoros (influencia de la percepción subjetiva en cuanto a la agradabilidad de los sonidos).*

En trabajos anteriores de este equipo, se ha comprobado que existen diferencias significativas en la apreciación subjetiva que hacen los sujetos de ruidos y sonidos habituales. Esta es la razón que nos ha llevado a considerar en nuestros trabajos este tipo de variable. En la literatura no se encuentran referencias en las que se tenga en cuenta esta importante variable, sin embargo, hemos comprobado que existe un comportamiento diferencial entre los individuos en sus atribuciones a los ruidos en las dimensiones de agradabilidad/desagradabilidad, e influencia positiva/negativa sobre su nivel de rendimiento.

La presente memoria está, por lo tanto, estructurada en dos partes. Una primera parte en la que hacemos una revisión crítica de los resultados más significativos en los estudios que, en los últimos 30 años, se han desarrollado con objeto de determinar los efectos del ruido sobre el rendimiento. En la segunda parte, exponemos los estudios experimentales que hemos realizado sobre los efectos del ruido en el rendimiento en tareas que implican retención, recuperación y comprensión de información verbal.

La revisión crítica se presenta dividida en tres capítulos, cuyos contenidos hacen referencia a temas que, si bien no son mutuamente excluyentes, conviene diferenciar. En el primer capítulo, presentamos los resultados obtenidos por distintos investigadores en relación con los efectos específicos del ruido sobre el rendimiento de los individuos en distintos tipos de tareas; en el segundo capítulo se exponen las aproximaciones teóricas dadas al respecto; y, en el tercer capítulo, hacemos referencia a los efectos psicopatológicos del ruido, en la medida en que dichos efectos se relacionan, directa o indirectamente, con la eficiencia de las personas en el desarrollo de distintas actividades.

Los capítulos cuarto y quinto, que constituyen la segunda parte de esta memoria, se dedican a la exposición detallada de nuestros estudios experimentales en relación a los efectos de los sonidos y ruidos habituales sobre el rendimiento. En el capítulo IV se estudia el rendimiento de los sujetos, en tareas cuya realización implica la retención y posterior recuperación de información verbal simple, y en el capítulo V se considera el rendimiento en relación con tareas que conllevan, tanto la retención y recuperación de información verbal contenida dentro de un texto, como la comprensión del significado transmitido.

El presente trabajo culmina con las conclusiones más importantes a las que llegamos en relación a los efectos del ruido sobre el rendimiento, tanto en lo que se refiere a la revisión crítica realizada, como en lo relativo a los resultados experimentales obtenidos en nuestro laboratorio.

PRIMERA PARTE.

**REVISION CRITICA DE LOS
RESULTADOS OBTENIDOS EN
EXPERIMENTOS RELATIVOS A LOS
EFECTOS DEL RUIDO SOBRE EL
RENDIMIENTO (1961-1991) .**

CAPITULO I.

EFECTOS ESPECIFICOS DEL RUIDO SOBRE EL RENDIMIENTO.

1.- EFECTOS DEL RUIDO EN TAREAS QUE IMPLICAN RECUERDO A CORTO PLAZO ORDENADO Y RECUERDO DE LA POSICION EN LA SERIE.

La obtención de conclusiones únicas y válidas respecto a los efectos que tiene trabajar bajo condiciones ambientales caracterizadas por la presencia de ruido, sobre el rendimiento humano en tareas que implican la retención y posterior recuperación de información ha resultado ser una labor compleja, fundamentalmente, debido a que los resultados experimentales obtenidos por los distintos investigadores del área en muchos casos no coinciden e, incluso, son contradictorios.

Estas variaciones entre los resultados experimentales publicados evidencian que factores intrínsecos al paradigma experimental utilizado juegan un papel determinante en los efectos del ruido observados en cada investigación particular. Entre muchos de estos factores frecuentemente se mencionan los siguientes:

- A) Que la tarea a realizar por los sujetos experimentales sea o no de recuerdo libre.
- B) Que en la investigación se evalúe o no el recuerdo de información en un orden dado.
- C) Que se le pida a los sujetos que recuerden el material en el orden en que fue presentado o que, simplemente, se les pida que ubiquen correctamente a cada ítem en el lugar que le correspondía en la lista original.
- D) Que los sujetos hayan tenido o no experiencia previa con la tarea y/o hayan estado expuestos previamente a las condiciones de ruido.
- E) Que haya variaciones en el número de ítems que los sujetos experimentales deben recordar.
- F) Que se trabaje con condiciones de ruido no comparables, etc..

Probablemente, diferencias en todos o algunos de estos factores expliquen el hecho de que, por ejemplo, autores como Mc Clean (1969), usando el aprendizaje de pares asociados, y comparando el rendimiento de los sujetos en una condición de ruido blanco con nivel de intensidad de 85 dB con el obtenido por los mismos sujetos en una condición de ausencia de ruido, hallase que la presencia de ruido produce un deterioro en el recuerdo a corto plazo, mientras que otros autores hallaban un efecto benéfico del ruido blanco, o no observaban efecto

alguno de este tipo de estimulación sobre el nivel de recuerdo de los sujetos (Hitzman, 1965 cp: Colle y Welsh, 1976; Murray, 1965).

Por supuesto, un factor esencial que debe tenerse en cuenta es el nivel de intensidad del ruido usado. Así, Berlyne et al. (1965), hallaron una ligera mejoría en el rendimiento de los sujetos cuando compararon la condición de ruido con 58 dB de intensidad con la de ausencia de ruido, pero, observaron un deterioro del rendimiento en la tarea de pares asociados cuando el nivel de intensidad del ruido aumentaba a 75 dB. No obstante, Berlyne, Borsa, Hamacher y Koring (1966, cps: Daee y Wilding, 1977), no hallaron diferencias en el recuerdo inmediato en una tarea de pares asociados al comparar una condición de ruido blanco a 75 dB de intensidad con la de ausencia de ruido. Así mismo, Haveman y Farley (1969, cps: Daee y Wilding, 1977), tampoco hallaron efectos del ruido blanco sobre el recuerdo inmediato, ni en una tarea de aprendizaje de pares asociados, ni en una de recuerdo libre.

Sin embargo, Hockey y Hamilton (1970) sí bien no observaron diferencias significativas en el número total de ítems recordados por los sujetos cuando trabajaban en una condición de ruido blanco con 85 dB de intensidad y el número de ítems recordados cuando la tarea de recuerdo a corto plazo de palabras era realizada con ruido blanco de 55 dB de intensidad, sí observaron que el porcentaje de ítems recordados por los sujetos en la posición correcta era superior cuando estaban en la condición de ruido blanco con 85 dB de intensidad que cuando estaban bajo la condición en la que el ruido se presentaba a un nivel de intensidad de 55 dB.

En contraposición con estos resultados que parecen indicar que el ruido blanco no afecta al rendimiento de los sujetos en una tarea de pares asociados, Hamilton, Hockey y Quinn (1972), hallaron un efecto benéfico del ruido de 85 dB de intensidad sobre el recuerdo de pares asociados, pero éste efecto del ruido dependía de que la lista de palabras fuese o no evaluada en el mismo orden en que se presentó originalmente. Estos autores explicaron sus resultados afirmando que cuando el nivel de activación general de los sujetos es alto, es decir, bajo la condición de ruido, la atención está limitada a las fuentes a las que se les da una alta prioridad (Hockey, 1970). Hamilton, Hockey y Quinn (1972) sugieren que la capacidad de procesamiento extra asignada a la tarea principal puede ser usada por el sujeto para preservar la información referente al orden. Esta capacidad extra puede ser utilizada para procesar cualquier clave de recuperación relevante y, por ende, no está asignada específicamente a la información sobre el orden. Hockey y Hamilton (1970) sugieren que el sujeto procesa la misma cantidad de información, pero que bajo condiciones de ruido hay cambios en la forma de procesar dicha información.

En los resultados citados queda poco claro si los efectos observados del ruido se deben a diferencias en la estrategia de recuperación, en el aprendizaje de la estrategia, o si es un efecto "automático" en los procesos involucrados en el almacenaje y la recuperación de la información.

Es evidente que partiendo de los resultados de este conjunto de investigaciones no es posible establecer una relación causal clara entre el nivel de intensidad del ruido y el recuerdo posterior de información, lo que sí parece quedar sentado es que la propuesta de Broadbent (1971) de que el ruido blanco sólo afecta al rendimiento de los sujetos cuando alcanza una intensidad superior a los 90 dB no es adecuada.

Los resultados experimentales anteriormente reseñados parecen poner de manifiesto que la presencia de ruido mientras se lleva a cabo una tarea de retención de información influye sobre la habilidad de los sujetos para recordar dicha información de manera ordenada (Hockey y Hamilton, 1970; Hamilton, Hockey y Quinn, 1972).

Cuando a nivel experimental se utilizan tareas que exigen de los sujetos el recuerdo del orden es necesario clarificar cómo se aprende ese orden. De acuerdo con Heslip y Epstein (1969), el recuerdo del orden puede reflejar el recuerdo de la posición en la lista, el recuerdo de las posiciones secuenciales de los ítems, o puede reflejar ambos tipos de recuerdo. Si bien no es posible separar totalmente el recuerdo de la posición del recuerdo de la secuencia, sí se puede hacer parcialmente; esto se logra examinando la probabilidad de recuerdo en secuencia cuando la posición no es recordada, o evaluando el recuerdo de la posición cuando el ítem precedente en la secuencia no está disponible como clave de recuperación (Daee y Wilding, 1977).

En relación con estos detalles, Daee y Wilding (1977), llevaron a cabo una serie de experimentos en los cuales evaluaban los efectos del ruido blanco en el recuerdo de la posición en la serie, y de la secuencia. En un primer experimento, los autores evaluaron el rendimiento de los sujetos en una tarea de recuerdo libre de palabras. El material experimental consistía en una lista de 40 palabras, 20 de las cuales no se relacionaban entre sí, 10 eran nombres de animales y 10 de vegetales. Las palabras eran presentadas en orden aleatorio a una tasa de una palabra cada dos segundos, bajo una de tres condiciones de sonido, a saber: Silencio, definida por los autores como la ausencia de ruido; Ruido blanco con nivel de intensidad de 75 dBC; y Ruido blanco con nivel de intensidad de 85 dBC.

De acuerdo con lo hallado por Dornic (1973), los autores predijeron que el número de ítems recordados por los sujetos y el recuerdo de palabras por categorías disminuirían bajo las condiciones de ruido, pero que el recuerdo de la secuencia original mejoraría al aumentar el nivel de intensidad del ruido presentado.

Los resultados mostraron que el número promedio de palabras recordadas por los sujetos se veía afectado significativamente por el nivel de intensidad del ruido, pero que sólo la comparación entre 75 dBC y 85 dBC era significativa. Esta comparación mostró que con un nivel de intensidad de 85 dBC, el número medio de palabras recordadas era menor que con un nivel de 75 dBC; sin embargo, éste parámetro no variaba significativamente al compararse la condición de silencio con la de ruido a 75 dBC (Número promedio de palabras recordadas: Silencio: 14,40; 75 dBC: 14.05; 85 dBC: 11,80).

Por otro lado, hallaron que la longitud del grupo no se veía afectada significativamente por el nivel de intensidad del ruido, aun cuando había una tendencia a que el recuerdo agrupado fuese menor en la condición de ruido a 75 dBC de intensidad que en la de silencio, y a que este recuerdo aumentase de nuevo con una intensidad de 85 dBC (Longitud del grupo: Silencio: 1,88; 75 dBC: 1,53; 85 dBC: 1,74).

Finalmente, los datos revelaron que la posibilidad de recuerdo en secuencia estaba afectada significativamente por el nivel de intensidad del ruido blanco sólo en la comparación entre 75 dBC y 85 dBC. Observándose una probabilidad de recuerdo en secuencia menor bajo la condición de 85 dBC de intensidad que bajo la de 75 dBC, habiendo una tendencia a que dicha probabilidad fuese mayor bajo la condición de 75 dBC que bajo la de silencio (Probabilidad media de recordar en secuencia: Silencio: 0,045; 75 dBC: 0,093; 85 dBC: 0,029).

La medida de la longitud del grupo y la de la probabilidad del recuerdo en secuencia muestran una relación no monotónica con el nivel de intensidad del ruido; ésta relación no había sido predicha previamente por ningún autor. En general, Daee y Wilding (1977), consideraron que los resultados por ello hallados no discrepan seriamente de los ya publicados sobre el recuerdo ordenado, si bien no permiten confirmar totalmente las predicciones hechas.

En su segundo experimento, Daee y Wilding (1977) intentaron replicar los resultados antes descritos controlando la dimensión de personalidad extroversión/introversión medida a través del inventario de personalidad de Eysenck, ya que según Eysenck (1980 cp: Daee y Wilding, 1977), el ruido afecta de distinta forma a los sujetos que difieren en esta dimensión de personalidad. De forma tal que, un incremento en el nivel de intensidad del ruido facilita el desempeño de las personas extrovertidas (bajo nivel de "arousal") pero, por encima de cierto nivel óptimo hay un deterioro del rendimiento. En este experimento sólo se comparó la condición de silencio (ausencia de ruido) con la de ruido a 75 dBC de intensidad, pero el resto de los detalles experimentales fueron idénticos a los del experimento 1.

Los autores observaron que las personas extrovertidas recordaban más palabras que las introvertidas. Este recuerdo superior de los extrovertidos permite apoyar la propuesta teórica de que hay una superioridad del recuerdo a corto plazo

cuando el nivel de activación general del sujeto es bajo; sin embargo, los autores no encontraron apoyo estadístico a la propuesta de que el ruido tiene efectos diferenciales en el rendimiento de las personas extrovertidas e introvertidas, ya que si bien hubo una tendencia a que, en la condición de ruido blanco de 75 dBC, los extrovertidos tuviesen un mejor recuerdo que en la de silencio, y a que el rendimiento de los introvertidos declinara con el aumento del nivel de intensidad del ruido, la interacción entre condiciones de sonido y dimensión de personalidad no alcanzó el nivel de significancia estadística.

De nuevo, al igual que en el primer experimento, la longitud del grupo disminuyó significativamente bajo la condición de ruido blanco de 75 dBC, y el recuerdo de la secuencia original aumentó en esta condición, pero no significativamente.

Estos dos experimentos reflejan que el nivel de intensidad del ruido blanco afecta a la naturaleza del aprendizaje, o a los procesos de recuperación, pero no permiten especificar si tal efecto se da en uno solo o en ambos procesos (esto fue evaluado por Daee y Wilding, 1977 en el experimento: 6).

En dos experimentos posteriores, Daee y Wilding (1977) analizaron directamente el recuerdo de la posición en la lista e indirectamente el recuerdo de la secuencia, para lo cual pidieron a los sujetos que ubicaran los ítems en las posiciones que ocupaban originalmente en una lista de 20 palabras no relacionadas entre sí. La lista de palabras era presentada a tres grupos de sujetos cada uno trabajando en una de las siguientes condiciones de sonido: Silencio (ausencia de ruido), Ruido blanco con 75 dBC de intensidad, y Ruido blanco con 85 dBC de intensidad. En uno de estos experimentos (Exp.: 3), el aprendizaje de la posición y el de la secuencia eran incidentales, ya que los sujetos no sabían de antemano qué tipo de recuerdo se les pediría. Por el contrario, en el otro experimento (Exp.: 4), el aprendizaje de la posición era intencional, ya que con anterioridad se les comunicaba a los sujetos que se les pediría recordar la posición.

Según Hockey y Hamilton (1970) y Dornic (1973), cuando el aprendizaje es incidental (Exp.: 3) el rendimiento de los sujetos debe mostrar una mejora en el recuerdo de la posición del ítem al aumentar los niveles de intensidad del ruido, dado caso que los sujetos traten a la posición como una clave de recuperación relevante adicional. Sin embargo, el nivel de intensidad del ruido tendrá pequeños efectos cuando la posición del ítem es aprendida intencionalmente (Exp.: 4), ya que en este caso la atención de los sujetos estará centrada en la posición por las características de las instrucciones dadas.

En el experimento tres, el análisis de los datos mostró que el número medio de palabras recordadas por los sujetos en su posición correcta era mayor a medida que el nivel de intensidad del ruido aumentaba, mientras que el recuerdo de la

secuencia correcta era mejor sólo en la condición de ruido blanco de 75 dBC (Número promedio de palabras recordadas en la posición correcta: Silencio: 3,05; 75 dBC: 3,85; 85 dBC: 4,55. Número promedio de palabras en la secuencia correcta: Silencio: 2,80; 75 dBC: 4,05; 85 dBC: 2,72). Este mismo patrón de resultados fue obtenido al analizarse las puntuaciones de posición correcta pero secuencia incorrecta, y las de secuencia correcta pero posición incorrecta. Estos resultados confirman que el ruido afecta al recuerdo de la posición en el sentido predicho por Hockey y Hamilton (1970) y Dornic (1973), cuando la posición es aprendida incidentalmente.

En el experimento cuatro, no se hallaron efectos significativos del nivel de intensidad del ruido blanco en ninguna de las medidas de rendimiento, lo cual confirma lo predicho por los autores en relación a los efectos del ruido cuando la posición es aprendida intencionalmente. Para chequear este último resultado se realizó otro experimento, hallándose exactamente los mismos resultados.

Los resultados de los experimentos tres, cuatro y cinco, sugieren que el ruido opera sobre la dirección de la atención en la forma propuesta por Hockey y Hamilton (1970) y Dornic (1973). No obstante, en estos experimentos no se evaluó directamente el recuerdo de la secuencia, si bien en el experimento tres se observó que el nivel de intensidad del ruido afectaba diferencialmente al aprendizaje de la secuencia y al de la posición.

Con objeto de evaluar directamente el recuerdo de la secuencia, Daee y Wilding (1977) en su sexto experimento pidieron a los sujetos que aprendieran una lista de 12 palabras, luego de lo cual se les presentó una serie de dichas palabras y los sujetos tenían que responder a cada una de ellas con la palabra que le seguía en la lista original. El aprendizaje de la secuencia, en este caso, era intencional.

Adicionalmente, los autores compararon el rendimiento de los sujetos en una tarea de recuerdo con el rendimiento en una de reconocimiento para determinar si los efectos del ruido tenían lugar en el aprendizaje o en el proceso de recuperación de la información. En relación con esto último, tanto Dornic (1973) como Hockey y Hamilton (1970) esperaban que no hubiese diferencias entre los resultados con la tarea de recuerdo y los de la tarea de reconocimiento, ya que ellos suponían que el ruido blanco afecta a los procesos de aprendizaje. La tarea de reconocimiento consistió en que, una vez que los sujetos habían aprendido la lista de palabras, se les mostraban todas y el sujeto debía seleccionar cuál de ellas seguía en la lista original a la palabra señalada.

Hallaron que, en la tarea de recuerdo, el rendimiento en la condición de ruido a 75 dBC de intensidad era significativamente superior al obtenido en la condición de silencio y en la de ruido con 85 dBC. A diferencia de esto, observaron que el nivel de intensidad del ruido blanco no afectaba significativamente al rendimiento de los sujetos en

la tarea de reconocimiento (Número medio de ítems recordados: Silencio: 1,65; 75 dBC: 2,80; 85 dBC: 1,55. Número medio de ítems reconocidos: Silencio: 2,45; 75 dBC: 2,30; 85 dBC: 1,75).

Estos resultados, al no coincidir con lo que se esperaba dado caso que el ruido afectase a los procesos de aprendizaje de la información, implican que el ruido incide más bien sobre los procesos de recuperación de la información que sobre los de aprendizaje. Llegado este punto, es importante analizar en qué difiere la tarea de recuerdo de la de reconocimiento. En la tarea de recuerdo el sujeto debe, primero, recuperar todas las palabras que posiblemente siguen a la palabra test y, luego, seleccionar una de ellas. En la de reconocimiento el sujeto solamente debe realizar el proceso de selección, ya que se le muestran todas las palabras. Por tanto, la tarea de reconocimiento será más fácil que la de recuerdo si la recuperación de la información es la fuente principal de dificultad en la tarea de recuerdo; pero, si la selección entre las posibles palabras es la fuente de dificultad, entonces, la tarea de reconocimiento será más fácil que la de recuerdo sólo si ésta tarea reduce el número de palabras posibles entre las que el sujeto debe elegir una. En el último experimento (Exp.: 6), la tarea de reconocimiento no reducía el número de palabras posibles, ya que al sujeto se le presentaban todas las palabras de la lista original, por lo que ésta tarea sólo provee ayuda si la fuente de la dificultad está en el proceso de recuperación de los ítems.

Haciendo referencia a otro de los aspectos mencionados como relevantes en la evaluación de los efectos del ruido sobre el recuerdo del orden, a saber: **el número de ítems que los individuos deben recordar**, Smith (1983 a) realizó un experimento en el que estudió el efecto del ruido y de la cantidad de memoria requerida en el rendimiento de los sujetos en una tarea de recuerdo de la posición. Además, evaluó la teoría del cambio de estrategia propuesta por Smith (1982). Esta teoría sugiere que los sujetos, cuando están en condiciones de ruido, realizan la tarea de forma distinta a como la hacen en silencio. Específicamente, el autor sugiere que las tareas que implican el tratamiento de material verbal son más susceptibles a los efectos del ruido debido a que este tipo de tareas pueden ser realizadas de muchas maneras diferentes, y es posible que el ruido actúe sobre el rendimiento de los sujetos alterando el proceso de elección de una estrategia de realización de la tarea particular. Smith (1983 a) pudo de esta forma ver si cualquier interacción entre ruido y cantidad de memoria se producía por un cambio en la estrategia de recuerdo usada por el sujeto.

La tarea utilizada por Smith (1983 a) fue la de recuerdo de una lista de dígitos presentados a una tasa de un ítem cada dos segundos. Los sujetos debían recordar cada dígito en la posición que le correspondía en la lista presentada inicialmente, pero eran libres de recordarlos en cualquier orden, es decir, el sujeto podía recordar primero el último ítem presentado y trabajar hacia atrás, o recordarlos en el

mismo orden en que fueron presentados. Los sujetos debían indicar el orden en que ellos habían recordado los ítems, lo que permitió ver si la estrategia de recuperación variaba en función del número de ítems a recordar.

Las condiciones experimentales bajo las cuales los sujetos realizaban la tarea de recuerdo de dígitos fueron las siguientes:

A) Cantidad de memoria, definida como el número de ítems que los sujetos debían recordar (ocho últimos ítems o cinco últimos ítems).

B) Longitud de la lista (corta: 12-27 dígitos, o larga: 21-36 dígitos).

C) Condiciones de sonido (ruido continuo de campo libre: condición de ruido: 85 dBC de intensidad, condición de silencio: 60 dBC de intensidad).

Los sujetos experimentales asistieron a dos sesiones experimentales separadas por un intervalo de tiempo de, aproximadamente, una semana. En cada una de las sesiones, los sujetos realizaban la tarea de recuerdo de dígitos bajo la condición de ruido, y en la otra la realizaban bajo la de silencio. Todos los sujetos asistían a las dos sesiones experimentales a la misma hora del día, y la mitad de los sujetos recibieron las condiciones de sonido en el orden ruido-silencio y la otra mitad las recibió en el orden inverso. En cada sesión, los sujetos trabajaban con 18 listas presentadas en orden aleatorio bajo una de las condiciones resultantes de combinar la cantidad de memoria (5 dígitos u 8 dígitos) con la longitud de la lista (corta o larga).

Se evidenció que cuando los sujetos debían recordar cinco ítems, el ruido mejoraba el recuerdo de todos los ítems excepto el del último, mientras que cuando tenían que recordar ocho ítems el ruido mejoraba el recuerdo de los dos últimos ítems, pero perjudicaba el recuerdo de los anteriores. El análisis de varianza puso de manifiesto que el efecto principal de la cantidad de memoria requerida era estadísticamente significativo, observándose un mayor número de ítems recordados en su posición correcta en la condición en que los sujetos tenían que recordar sólo cinco ítems que en la que debían recordar ocho ítems. Así mismo, el análisis mostró que había una interacción significativa entre condiciones de sonido, cantidad de memoria requerida y posición en la serie. Esta interacción se ve claramente en el gráfico 1.

Hamilton, Hockey y Rajman (1977) habían observado que el ruido mejoraba el recuerdo de los ítems más recientes, pero que perjudicaba al recuerdo de los primeros ítems de la lista. Este resultado coincide con el hallado en este experimento, pero sólo en la condición aquí definida como "gran cantidad de memoria" (el sujeto debía recordar ocho ítems). Los datos experimentales de Smith (1983 a) muestran que los efectos del ruido no siempre implican un deterioro en el recuerdo de los ítems tempranos y una mejora en el recuerdo de los últimos

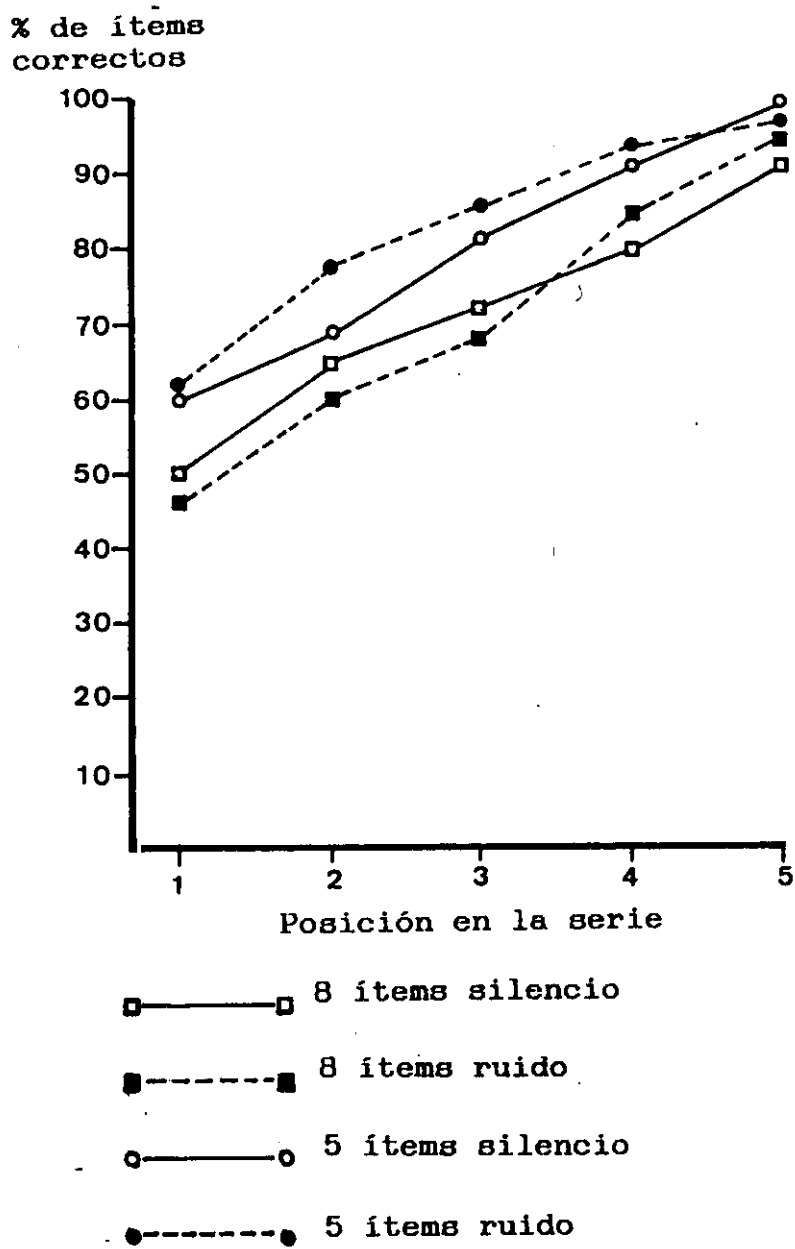


GRAFICO 1: Condiciones de sonido por cantidad de memoria requerida por posición en la serie.

ítems presentados. Los efectos del ruido sobre el recuerdo del orden dependen o bien de la cantidad de memoria requerida, o bien de la estrategia de recuerdo utilizada por los sujetos. En este sentido, se observó que la cantidad de memoria requerida influía en el orden en que los sujetos recordaban los ítems. En la condición de ocho ítems, los sujetos tendían a recordar los ítems en el orden inverso al de la presentación original, mientras que en la condición de cinco ítems el orden en que los sujetos recordaban los ítems y el orden de la presentación correlacionaban ligeramente y en forma positiva.

Estos resultados muestran que la cantidad de memoria requerida influye en la estrategia utilizada por los sujetos para realizar la tarea, pero no hubo evidencia de que la presencia del ruido tuviese efectos sobre cuál era la estrategia preferida por los sujetos. Esto último no permite confirmar la propuesta de Smith (1982) lo que, como veremos en el segundo capítulo de este trabajo, no significa que la teoría de la selección de la estrategia sea totalmente inadecuada para explicar los efectos observados del ruido sobre el rendimiento humano.

Además del número de ítems que los sujetos deban recordar, autores como Baddeley, Thomson y Buchanam (1975), Colle y Welsh (1976), Wilding y Mohindra (1980), y Mohindra y Wilding (1983), han observado que el rendimiento de los sujetos en tareas de recuerdo de información ordenada dependen de factores tales como: la similaridad acústica entre los ítems, la longitud de los ítems, y la duración de los ítems a ser recordados por los sujetos experimentales.

En este sentido, Mohindra y Wilding (1983) proponen que la probabilidad de que cada ítem sea ubicado correctamente por el sujeto es igual a la probabilidad de que cada ítem conserve su posición multiplicada por el número de ítems presentes en el lazo articulatorio en el que se almacena la información en el orden de llegada mas una constante. Donde, la probabilidad de que cada ítem conserve su posición depende de la similaridad acústica entre ítems, y el número de ítems en el lazo articulatorio depende de la longitud de los ítems y de la duración de los mismos.

De acuerdo con estos autores, si la similaridad entre los ítems es alta la oportunidad de recordarlos en el orden incorrecto aumenta tanto como aumente el número de ítems en la memoria por lo que, paradójicamente, las personas pueden cometer más errores cuando tienen más ítems en la memoria y el recuerdo de la información en el orden correcto puede ser mejor si las personas articulan lentamente, es decir, bajo condiciones de ruido. Si, por el contrario, los ítems a ser recordados son fáciles de discriminar la confusión entre ítems es menos determinante de los errores en el orden y, en este caso, una articulación lenta puede traer como consecuencia una disminución en el número de ítems recordados correctamente.

Esta interpretación teórica se ha visto apoyada por los resultados experimentales obtenidos por Colle y Welsh (1976 exp.: 1), Wilding y Mohindra (1980), Mohindra y Wilding (1983 exps.: 2 y 3) y por Baddeley, Thomson y Buchanam (1975). De acuerdo con estos autores:

A) La presencia del ruido hace que el número de errores cometidos por los sujetos sea mayor cuando trabajan con listas en las que los ítems son fonológicamente diferentes, pero no tiene efectos (Colle y Welsh, 1976 exp.: 1) o tiene efectos benéficos (Wilding y Mohindra, 1980) cuando los sujetos trabajan con listas de ítems fonológicamente similares.

B) Las palabras de longitud larga y de duración temporal larga son repetidas más lentamente y, el rendimiento de los sujetos con ruido es peor con palabras de duración temporal larga que cuando trabajan con palabras cortas (Mohindra y Wilding, 1983 exps.: 2 y 3).

C) Con palabras de duración larga, las palabras similares son articuladas más lentamente que las disimilares (Mohindra y Wilding, 1983 exp.: 2).

D) El tiempo de articulación es más alto cuando se trabaja bajo condiciones de ruido con un alto nivel de intensidad (85 dBC) que cuando se trabaja bajo ruido de menor nivel de intensidad (65 dBC), este enlentecimiento de la tasa de repaso de los sujetos con ruido alto puede ser la causa de que con ruido el rendimiento de los sujetos con listas de ítems cortos y confundibles mejore (Mohindra y Wilding, 1983 exp.: 2).

E) La presencia de ruido, por tanto, tiene un efecto benéfico o perjudicial sobre el rendimiento de los sujetos en tareas de recuerdo ordenado dependiendo del tipo de ítems que las personas deban recordar y, por ende, varían con las características intrínsecas de la tarea.

Todas estas investigaciones han sido desarrolladas como un intento de verificar la postura teórica según la cual los efectos del ruido sobre el rendimiento pueden ser entendidos como un enmascaramiento del lenguaje interno y, por tanto, son discutidas con detalle en el segundo capítulo del presente trabajo.

En otro de sus trabajos, Smith (1983 b) se centró en el problema de hasta qué punto los efectos del ruido hallados por otros investigadores están o no relacionados con el tiempo de duración de la tarea, con la exposición previa al ruido, y con la práctica en la tarea.

En muchos de los estudios realizados no se ha considerado la importancia del tiempo de duración de la tarea, y hay evidencia de que los efectos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en tareas de recuerdo del orden varían en función

del tiempo en la tarea. Por su parte, la teoría del cambio de estrategia plantea lo importante del tiempo y la duración de la exposición al ruido. El ruido puede, inicialmente, acentuar una estrategia particular, pero después dejar de hacerlo. En este sentido, Wiedel (1978 cp: Smith, 1983 b) halló que los sujetos con alta y baja habilidad verbal usan estrategias distintas al principio, pero que luego las diferencias desaparecen.

En 1983, Smith planteó que las razones por las cuales los efectos del ruido pueden variar con el tiempo de duración de la tarea se refieren a: a) la cuantía de la experiencia previa que el sujeto ha tenido con una tarea dada, b) la duración de la exposición previa al ruido, c) la variación de los efectos puede depender, tanto de la experiencia, como de la exposición previa al ruido.

La principal dificultad en este tipo de investigaciones es lograr evaluar el recuerdo del orden, independientemente del recuerdo del ítem. Esto puede lograrse usando un pequeño número de ítems fijos presentados en ordenes diferentes en cada uno de los ensayos sucesivos.

En un primer experimento, el autor investigó la relevancia de la duración del experimento. Para ello usó una lista fija de letras, presentadas en orden aleatorio en distintos ensayos. Smith (1983 b) observó que el efecto del ruido cambiaba con la duración del experimento. La presencia de ruido con nivel de intensidad de 85 dBC producía, en la primera mitad de la sesión, un ligero incremento en el número de letras recordadas por los sujetos en la misma posición que ocupaban en la presentación, pero este recuerdo del orden bajo condiciones de ruido empeoraba en la segunda mitad de la sesión.

Por otra parte, los resultados de Smith (1983 b) pusieron de manifiesto que era importante cuál de las condiciones de sonido se le presentaba primero a los sujetos (silencio: 55 dBC o ruido: 85 dBC). Así, los sujetos que comenzaban trabajando bajo la condición de ruido se desenvolvían peor que los que empezaban trabajando en silencio, y continuaban con el mismo nivel de rendimiento aún cuando luego fueran evaluados en silencio.

Adicionalmente, el autor obtuvo un efecto principal significativo de las condiciones de sonido, hallando que bajo la condición de ruido el nivel de recuerdo del orden era mucho más pobre que bajo la condición de silencio. Un análisis posterior mostró que el empeoramiento general del rendimiento con ruido se debía al bajo rendimiento que los sujetos mostraron en la segunda mitad de la sesión experimental.

Los resultados de este experimento permiten ver claramente que el tiempo en la tarea es un factor de gran importancia a la hora de determinar los efectos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en tareas que implican retención y recuperación de información. No obstante, aún hay que determinar si el decremento hallado con ruido en la

conclusiones en cuanto a los efectos del ruido sobre el rendimiento en tareas que implican recuerdo a corto plazo de información verbal ordenada y recuerdo de la posición en la serie:

A) No es adecuado afirmar que el ruido afecta al rendimiento de las personas solamente cuando el estímulo acústico presenta niveles de intensidad altos y superiores a los 90 dB. De hecho puede verse que en los estudios reseñados, en la condición de sonido definida como "ruido" el estímulo sonoro presentado a los sujetos tenía niveles de intensidad que podemos considerar como moderados y, aún con estos niveles, se observa que la presencia de ruido durante la realización de la tarea afecta al rendimiento de las personas, lo que no quiere decir que los efectos del ruido sean en todos los casos probables perjudiciales para el individuo.

B) De entre las características intrínsecas a los estímulos sonoros, el nivel de intensidad es una de las más relevantes. La relación entre nivel de intensidad del ruido y nivel de rendimiento obtenido por la persona no es una relación directa y proporcional clara, ya que algunos autores (Mc Clean, 1969; Berlyne et al., 1965; Dornic, 1973; Daee y Wilding, 1977) observan que la presencia de un ruido con nivel de intensidad moderado provoca deterioros en el rendimiento de los sujetos; otros autores (Murray, 1965; Berlyne, Borsa, Hamacher y Koring, 1966; Haveman y Farley, 1969; Hockey y Hamilton, 1970) afirman que el trabajar bajo condiciones de ruido no tiene efectos significativos sobre el rendimiento y, finalmente, investigadores como Hamilton, Hockey y Quinn (1972) encuentran que el ruido tiene efectos positivos sobre el rendimiento de los sujetos.

C) Los efectos observados del ruido sobre el rendimiento dependen de factores propios del paradigma experimental utilizado en las distintas investigaciones, entre los cuales cabe resaltar: la medida de rendimiento usada como evaluación de los sujetos, el tipo de aprendizaje que se dé, el número de ítems que los sujetos deban recordar, el tiempo de duración de la tarea, la práctica de los sujetos en dicha tarea, y la exposición previa al ruido.

D) La mayoría de los resultados experimentales ponen de manifiesto que cuando la medida del rendimiento utilizada es el número de ítems que las personas pueden recordar correctamente, la presencia de un ruido blanco con niveles de intensidad moderados no tiene efectos sobre el rendimiento de los sujetos. Este patrón general de resultados también ha sido observado por Millar (1979) en sus investigaciones sobre los efectos de niveles de intensidad moderados y altos sobre el rendimiento de los sujetos en tareas de recuerdo de información. Si bien este autor no halló un efecto principal de las condiciones de sonido, sí observó que había una interacción entre condiciones de sonido (silencio: 75

dBa; ruido: 92 dBA), días experimentales (primer y segundo día), mitad de la sesión experimental (primera y segunda mitad), y condiciones de repaso (repaso permitido y repaso suprimido por la realización de una tarea articulatória). Esta interacción puso de manifiesto que, en el primer día experimental y cuando se le permitía a los sujetos repasar, el nivel de recuerdo de los sujetos en la condición de silencio mejoraba con el paso del tiempo, pero que bajo condiciones de ruido el nivel de recuerdo permanecía constante a lo largo del tiempo. A diferencia de esto, en el segundo día experimental, el recuerdo de los sujetos bajo la condición de ruido mejoraba con el paso del tiempo, pero bajo la condición de silencio el recuerdo se deterioraba independientemente de que se le permitiese o no repasar a los sujetos.

E) Cuando lo que se evalúa es la habilidad de los sujetos para recordar la información aprendida de manera ordenada utilizando como medida del rendimiento el número de ítems recordados por los sujetos en la misma posición que ocupaban en la lista de ítems aprendida, la mayoría de los investigadores observan que la presencia de un ruido blanco con niveles de intensidad moderados tiene un efecto benéfico para los sujetos, osea que bajo estas condiciones los sujetos recuerdan un mayor número de ítems en la posición correcta. Tomando como punto de partida la relación propuesta por Eysenck entre el nivel de activación general de los sujetos (arousal) y el rendimiento, los resultados pueden ser explicados asumiendo que la estimulación acústica produce incrementos en el nivel de arousal de los sujetos; incrementos estos que provocan mejoras en el rendimiento siempre y cuando el nivel de activación no supere el punto óptimo a partir del cual el rendimiento de los sujetos comienza a disminuir. Cuando el nivel de activación general de los sujetos es alto, la atención se dirige a las fuentes de información altamente prioritarias y la información sobre el orden de presentación de los ítems puede constituirse en una clave de recuperación relevante y, por ende, a la que se presta la mayor atención.

Estos resultados también pueden ser explicados basándonos en la postura teórica según la cual, los efectos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos puede explicarse porque este tipo de estimulación acústica provoca un enmascaramiento del lenguaje interno. De acuerdo con algunos de los resultados experimentales obtenidos por Poulton (1977), Millar (1979), y Wilding y Mohindra (1980), cuando las personas trabajan bajo condiciones de ruido, la disponibilidad de la información referente al orden no se ve afectada. En estas condiciones ambientales, los sujetos intentan repasar la información más intensamente, lo que mitiga los efectos del enmascaramiento del lenguaje interno provocado por el ruido.

Estas propuestas explicativas de los efectos del ruido se analizan con más detalle en el capítulo II del presente trabajo.

F) cuando, debido a las instrucciones dadas por el experimentador, el aprendizaje del orden de presentación de los ítems es incidental (los sujetos no saben qué tipo de recuerdo se les pedirá luego de la etapa de aprendizaje del material verbal), el hecho de trabajar bajo condiciones de ruido blanco hace que los sujetos recuerden un mayor número de ítems en la posición correcta. En contraposición, cuando el aprendizaje del orden es intencional (los sujetos saben de antemano que después de la presentación de los ítems se les pedirá que los recuerden en la posición correcta), la presencia del ruido no afecta en ningún sentido al nivel de rendimiento de los sujetos. Estos resultados son consistentes con la propuesta según la cual, bajo condiciones de ruido, las personas tratan a la información referente al orden como una clave de recuperación relevante.

G) Si la habilidad de los sujetos para recordar información en un orden dado es medida en base a la probabilidad de que los sujetos recuerden los ítems presentados en la secuencia correcta; es decir, si lo que se pide a los sujetos es que, dada una palabra estímulo, indiquen la palabra que le seguía en la lista original, entonces los resultados ponen de manifiesto que la relación entre nivel de intensidad de un ruido blanco y el nivel de rendimiento no es monotónica. En este sentido, parece que con determinados niveles de intensidad el ruido provoca mejoras en el rendimiento de los sujetos, pero con niveles moderados-altos la presencia de ruido hace que los sujetos rindan peor que si trabajan bajo condiciones de silencio.

H) En general, cuando se pide a las personas que recuerden pocos ítems, el recuerdo de los mismos en la posición correcta es mejor que cuando se les pide que recuerden muchos ítems. Los efectos del ruido sobre el rendimiento se ven también influenciados por este factor, en el sentido de que, cuando los sujetos deben recordar pocos ítems, la presencia de un ruido blanco de intensidad moderada mejora el recuerdo de todos los ítems excepto el del último. Pero, cuando los sujetos deben recordar muchos ítems, el ruido mejora el recuerdo de los últimos ítems presentados y deteriora el recuerdo de los primeros.

Adicionalmente, detalles intrínsecos de la tarea como la similaridad acústica entre los ítems, la longitud de los ítems, y la duración temporal de los ítems a ser recordados también influyen sobre los resultados experimentales obtenidos en relación con los efectos del ruido sobre el rendimiento en tareas de recuerdo ordenado.

I) Los efectos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en tareas que implican recuerdo de la posición correcta no son constantes a lo largo de todo el tiempo que dura la realización de la tarea. En este sentido, el efecto de la presencia de ruido es benéfico sólo en los primeros momentos del desarrollo de la tarea, mientras

que en los últimos períodos de la sesión experimental el ruido tiene efectos perjudiciales sobre el rendimiento.

J) La exposición previa al ruido y la experiencia del sujeto con la tarea de recuerdo de ítems en la posición correcta no influyen en los efectos observados del ruido blanco sobre el rendimiento de los sujetos cuando estos dos factores se presentan individualmente, pero sí cuando se presentan combinados.

segunda mitad de la sesión se debe a la exposición previa al ruido, a la práctica de los sujetos en la tarea, o a ambas variables.

Smith (1983 b) en su segundo experimento evaluó este último aspecto. Para ello, cuatro grupos de 10 sujetos cada uno llevaron a cabo la misma tarea del primer experimento. Dos de estos grupos tuvieron 10 ensayos de práctica en silencio antes de la evaluación, uno fue evaluado en silencio y el otro bajo la condición de ruido (85 dBC de intensidad). Los otros dos grupos de sujetos fueron expuestos a cinco minutos de ruido con 85 dBC de intensidad antes de la evaluación, uno de estos grupos fue evaluado en silencio y el otro bajo la condición de ruido.

El análisis de los datos obtenidos en este experimento mostró que no había ningún efecto principal significativo, ni de la exposición previa al ruido, ni de la experiencia previa de los sujetos sobre el rendimiento en una tarea de recuerdo ordenado de letras. Así mismo, tampoco hubo ninguna interacción significativa entre los factores manipulados: experiencia previa, exposición previa, condiciones de sonido en que se evaluaba a los sujetos.

Tomados en conjunto, los resultados de estos dos experimentos ponen de manifiesto que el efecto combinado de la práctica en la tarea y la exposición previa al ruido provocan un decremento en el rendimiento de los sujetos en una tarea de recuerdo del orden, pero que este decremento no se observa cuando actúa una de las dos variables pero no la otra.

CONCLUSIONES.

Los resultados experimentales expuestos en este apartado hacen patente la dificultad que implica obtener conclusiones únicas respecto a los efectos del ruido sobre el rendimiento humano, incluso cuando lo que se analiza es el rendimiento de las personas en tareas aparentemente simples como pueden ser aquellas que implican procesos de retención y posterior recuperación de información verbal sencilla (palabras, letras, etc.). Estas tareas se caracterizan por el hecho de que las mismas pueden ser realizadas de muchas formas diferentes y en ellas están involucrados procesos de la memoria humana que varían dependiendo de infinidad de características particulares de cada una de las tareas.

Evidentemente, los experimentos realizados por distintos autores pueden variar, y de hecho lo hacen, en muchos aspectos que si bien no están directamente relacionados con las características intrínsecas del ruido como estímulo ambiental, sí actúan como factores moderadores entre la presentación de la estimulación acústica y la producción de un determinado nivel de rendimiento por parte de los sujetos experimentales. Sin embargo, y a pesar de estos inconvenientes, podemos a partir de los estudios expuestos llegar a las siguientes

2.- EFECTOS DEL RUIDO SOBRE EL RENDIMIENTO EN TAREAS QUE IMPLICAN RECUERDO Y/O RECONOCIMIENTO DE LISTAS DE PALABRAS CATEGORIZADAS Y EJEMPLOS DE CATEGORIAS.

2.1.- EFECTOS DEL RUIDO SOBRE EL RENDIMIENTO EN EL RECUERDO DE LISTAS DE PALABRAS CATEGORIZADAS.

En el apartado anterior tratamos los efectos del ruido con niveles de intensidad moderados sobre el rendimiento de las personas en tareas que implican, en términos generales, el recuerdo de información verbal ordenada, pero es obvio que no todas las tareas de aprendizaje y recuperación de información implican necesariamente este tipo de recuerdo; muchas de las tareas usadas en las investigaciones dentro del área de los efectos del ruido sobre el rendimiento humano consisten en el recuerdo a corto plazo de las conocidas como "Listas Categorizadas".

Ya Daee y Wilding en 1977 hicieron una primera aproximación a los efectos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en una tarea de recuerdo a corto plazo de listas de palabras categorizadas, observando que los sujetos experimentales recordaban menos palabras cuando trabajaban bajo una condición de ruido blanco con nivel de intensidad de 85 dBC que cuando realizaban la tarea bajo la condición de ruido a 75 dBC de intensidad y bajo la de ausencia de ruido (silencio). Pero, hallaron que la presencia de una u otra condición de sonido no tenía efectos significativos sobre la longitud del grupo de palabras recordadas en forma agrupada de acuerdo con la categoría verbal a la que pertenecían. En relación con este resultado, es importante hacer notar que la medida utilizada por Daee y Wilding (1977) para determinar el nivel de agrupamiento alcanzado por los sujetos no es independiente del número total de palabras recordadas por los sujetos, y esto es un detalle experimental de gran importancia que incide sobre los resultados experimentales obtenidos en cuanto a los efectos del ruido sobre el rendimiento en tareas de recuerdo de listas categorizadas.

Smith, Jones y Broadbent (1981), realizaron una serie de experimentos en los que investigaron los efectos de distintos niveles moderados de intensidad del ruido sobre el recuerdo a corto plazo de listas de palabras categorizadas, usando para ello una medida del agrupamiento independiente del número total de palabras recordadas por los individuos.

En primer lugar, veamos algunos detalles metodológicos en los que se diferencian los experimentos realizados por estos autores y los llevados a cabo por Daee y Wilding en 1977:

A) Las listas de estímulos usadas por Smith, Jones y Broadbent (1981) constaban, cada una, de 32 palabras, las cuales pertenecían a una de cuatro categorías verbales habiendo, por tanto, ocho palabras de cada una de las categorías asignadas aleatoriamente a cada una de las listas. En este aspecto esta tarea difiere de la utilizada por Daee y Wilding (1977), ya que estos últimos autores trabajaron con una lista simple de palabras. Esta diferencia es importante debido a que la naturaleza de los efectos del ruido puede depender del material experimental usado. De hecho, algunos estudios han mostrado que el nivel de agrupamiento de los sujetos depende de factores, tales como: el número de repeticiones de la lista, el número y el tamaño de las categorías, la fuerza con que están asociadas las palabras dentro de cada lista, y el grado de exhaustividad de cada categoría. (Smith, Jones y Broadbent, 1981).

B) En cuanto a las condiciones de sonido, Jones y Broadbent (1981) presentaron las dos condiciones siguientes:

B.1) Silencio: Ruido continuo de campo libre con nivel de intensidad de 55 dB.

B.2) Ruido: Ruido continuo de campo libre con nivel de intensidad de 80 dB.

El ruido estaba presente, tanto en el período en que los sujetos debían recordar, como en el de presentación de los estímulos verbales. En este punto, los experimentos de Smith, Jones y Broadbent (1981) también difieren del de Daee y Wilding (1977), ya que estos últimos autores habían presentado el ruido sólo en el período durante el cual se le mostraban a los sujetos los estímulos que ellos debían, posteriormente, recordar (Tiempo de exposición: 80 segs.). Una exposición tan corta al ruido puede dar una visión incompleta de sus efectos. (Smith, Jones y Broadbent, 1981).

En un primer experimento, Smith, Jones y Broadbent (1981) presentaron a los sujetos experimentales un total de ocho listas de 32 palabras cada una. Cada una de las palabras presentadas podía ser agrupada en una de cuatro categorías verbales seleccionadas aleatoriamente de entre un amplio grupo de categorías del tipo: partes del cuerpo, instrumentos musicales, ocupaciones o profesiones, colores, artículos de vestir, bebidas alcohólicas, unidades de tiempo, etc.. Las palabras pertenecientes a cada una de las listas eran presentadas a los sujetos en orden pseudoraleatorio, de forma tal que hubiese igual número de palabras por cada categoría y que dos palabras de la misma categoría no apareciesen la una a continuación de la otra. Cada palabra estaba presente durante dos segundos con un intervalo entre palabras de un segundo.

Los sujetos experimentales asistieron a dos sesiones con un intervalo entre sesiones de una semana. En cada sesión experimental, los sujetos trabajaban con cuatro listas de palabras presentadas en orden fijo y debían, después de la presentación de cada lista, recordar el mayor número de palabras que pudiesen y en el orden que desearan en un período de tiempo de dos minutos. En cada sesión, los sujetos trabajaban bajo la condición de ruido y bajo la de silencio. La mitad de los sujetos recibían las condiciones de sonido en el orden ruido-silencio y la otra mitad en el orden silencio-ruido.

En cuanto al nivel de agrupamiento, los autores usaron tres medidas:

A) La puntuación Darlrymple-Alford (1970) (Puntuación C). Esta puntuación es independiente del número total de palabras recordadas y el rango de puntuaciones va de cero (no agrupamiento) a uno (agrupamiento perfecto). El cálculo de la puntuación C viene dado por la siguiente fórmula:

$$C = \frac{R - \min R}{\max R - \min R}$$

Donde, R es el número de repeticiones, es decir, el número de veces que una palabra de una categoría dada está seguida por otra palabra de la misma categoría.

B) El número de grupos. Esta medida depende del número de palabras recordadas.

C) La puntuación de Frankel y Cole (1971) (Puntuación Z), la cual también está influenciada por el número de ítems recordados. El cálculo de la puntuación Z viene dado por la siguiente fórmula:

$$Z = \frac{O_r - M_r}{\sqrt{V_r}}$$

Donde: O_r es el número observado de rachas.

M_r es el número promedio de rachas.

V_r es la varianza.

Longitud de una racha es el número de ítems de la misma categoría recordadas sucesivamente.

Analizando los resultados obtenidos con la puntuación C, los autores observaron que no había un efecto principal significativo de las condiciones de sonido. Sin embargo, el efecto de la lista (lista 1, o lista 2) fue ligeramente significativo, reflejando que el nivel de agrupamiento de los sujetos era mayor con la segunda lista que con la primera. En cuanto a las interacciones, hallaron que la interacción condiciones de sonido y sesión era significativa. Esta interacción mostró que con ruido los sujetos mostraban un

menor agrupamiento en la primera sesión, pero que alcanzaban un gran agrupamiento en la segunda sesión. Por otra parte, la interacción condiciones de sonido y lista también fue significativa y reflejó el hecho de que el nivel de agrupamiento de los sujetos aumentaba de la primera a la segunda lista, bajo la condición de ruido. Estos resultados quedan de manifiesto en la tabla 1.

SESION	LISTA	CONDICION	ARCOSENO C
Sesión 1	Lista 1	Silencio	2,79
Sesión 1	Lista 2	Silencio	2,77
Sesión 1	Lista 1	Ruido	2,50
Sesión 1	Lista 2	Ruido	2,71
Sesión 2	Lista 1	Silencio	2,68
Sesión 2	Lista 2	Silencio	2,78
Sesión 2	Lista 1	Ruido	2,75
Sesión 2	Lista 2	Ruido	2,96

TABLA 1: Resultados obtenidos con la puntuación C.

Analizando los resultados hallados con el número de grupos como medida del agrupamiento, en general, los autores observaron el mismo patrón de resultados que habían encontrado con la medida de agrupamiento anterior, excepto en que cuando se usó el número de grupos, el efecto principal de la lista resultó ser altamente significativo. Estos resultados se muestran en la tabla 2.

SESION	LISTA	CONDICION	NUMERO DE GRUPOS
Sesión 1	Lista 1	Silencio	5,11
Sesión 1	Lista 2	Silencio	4,94
Sesión 1	Lista 1	Ruido	6,14
Sesión 1	Lista 2	Ruido	5,06
Sesión 2	Lista 1	Silencio	5,50
Sesión 2	Lista 2	Silencio	5,06
Sesión 2	Lista 1	Ruido	5,00
Sesión 2	Lista 2	Ruido	4,44

TABLA 2: Resultados obtenidos con el número de grupos.

Cuando los autores utilizaron la puntuación Z como medida del agrupamiento, hallaron, al igual que con la puntuación C, que la interacción condiciones de sonido por sesión era significativa e iba en la misma dirección, es decir, los

sujetos mostraban un mayor nivel de agrupamiento en la segunda sesión con ruido. No obstante, con esta medida, el resto de las interacciones no alcanzaron el nivel de significancia estadística, si bien el patrón de resultados fue similar al obtenido con las otras medidas de agrupamiento. Estos resultados pueden verse en la tabla 3.

SESION	LISTA	CONDICION	PUNTUACION Z
Sesión 1	Lista 1	Silencio	6,47
Sesión 1	Lista 2	Silencio	6,41
Sesión 1	Lista 1	Ruido	5,45
Sesión 1	Lista 2	Ruido	6,01
Sesión 2	Lista 1	Silencio	6,12
Sesión 2	Lista 2	Silencio	6,14
Sesión 2	Lista 1	Ruido	6,30
Sesión 2	Lista 2	Ruido	6,70

TABLA 3: Resultados obtenidos con la puntuación Z.

Estos resultados ponen de manifiesto que al usar distintas medidas del nivel de agrupamiento se obtienen resultados diferentes, especialmente cuando las medidas empleadas están influidas por el número total de palabras recordadas por los sujetos.

Además de todos estos aspectos, Daese y Wilding (1977) habían señalado que la disminución en el nivel de agrupamiento por ellos observada con ruido de 75 dBC de intensidad estaba asociada con un incremento en la probabilidad de que los sujetos recordaran en la misma secuencia y en el mismo orden de la presentación original. Smith, Jones y Broadbent (1981), calcularon la correlación entre orden de presentación de las palabras y orden en que los sujetos las recordaban, y observaron que la presencia del ruido no producía correlaciones altas entre orden de presentación y de recuerdo.

Smith, Jones y Broadbent (1981) concluyeron que el ruido de niveles de intensidad moderados afecta al nivel de agrupamiento de los sujetos, pero no al número total de palabras recordadas. En cuanto a la interacción ruido por sesión, es probable que se deba al hecho de que en las listas de la segunda sesión había un mayor número de categorías exhaustivas que en la primera sesión, y con este tipo de categorías el agrupamiento de los sujetos es perfecto (en el experimento tercero se analiza este punto). No obstante, la interacción también puede deberse a la práctica de los sujetos en la tarea y/o al material experimental específico utilizado.

Con objeto de evaluar hasta qué punto los efectos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en tareas de recuerdo libre dependen de la naturaleza del material empleado, los autores realizaron un segundo experimento en el

que usaron una situación donde el agrupamiento entre las palabras era menos obvio, ya que había más categorías por lista, y se modificó el grado en que cada palabra era un buen ejemplo de la categoría. Esta última modificación fue hecha partiendo de la propuesta de Broadbent (1971), según la cual un alto nivel de activación general en el sujeto conlleva un incremento en la probabilidad de muestrear información para las fuentes dominantes, y en base a lo planteado por Eysenck (1975) en relación a que con un alto arousal decrece el tiempo necesario para recuperar los ejemplos dominantes, pero aumenta el tiempo requerido por el sujeto para recuperar los ejemplos no dominantes de la categoría. De esta forma, los autores presentaron a los sujetos experimentales cuatro listas de 32 palabras cada una. En cada lista, las palabras estaban agrupadas en ocho categorías, donde dos palabras eran ejemplos dominantes de la categoría y las dos restantes eran ejemplos no dominantes. Las palabras eran presentadas en orden pseudoaleatorio y, al igual que en el primer experimento, los sujetos trabajaban con dos listas bajo la condición de silencio y con dos listas bajo la de ruido.

Los autores hallaron que el efecto principal del ruido y el de la dominancia no eran estadísticamente significativos, pero que había un efecto principal significativo de la lista (lista 1 vs lista 2). Este efecto mostró que el número de palabras recordadas por los sujetos era mayor en la primera lista que en la segunda, independientemente de las condiciones de sonido y de la dominancia (Ver tabla 4).

CONDICION	LISTA	DOMINANCIA	NUMERO DE PALABRAS
Silencio	Lista 1	Dominante	8,24
Silencio	Lista 1	No-dominante	7,92
Silencio	Lista 2	Dominante	7,40
Silencio	Lista 2	No-dominante	6,72
Ruido	Lista 1	Dominante	8,44
Ruido	Lista 1	No-dominante	8,20
Ruido	Lista 2	Dominante	6,92
Ruido	Lista 2	No-dominante	6,96

TABLA 4: Número de palabras recordadas en función de la condición de sonido, de la lista y de la dominancia.

En cuanto a los datos sobre el nivel de agrupamiento, observaron que, en general, las puntuaciones C obtenidas por los sujetos experimentales fueron, en este caso, menores que las observadas en el primer experimento, lo cual pone de manifiesto que la manipulación experimental hecha con objeto de hacer más difícil para los sujetos el agrupamiento de las palabras fue exitosa. Hubo una tendencia no significativa a que el nivel de agrupamiento fuese menor bajo la condición de ruido que bajo la de silencio. El único efecto principal significativo fue el del orden del tratamiento de sonido. En

este sentido, las personas que recibieron el orden ruido-silencio obtuvieron puntuaciones C más altas que aquellas que trabajaron con el orden inverso. Los resultados obtenidos en cuanto a las puntuaciones C se muestran en la tabla 5.

ORDEN DEL TRATAMIENTO	CONDICION	LISTA	ARCOSENO C
Silencio-Ruido	Silencio	Lista 1	1,79
Silencio-Ruido	Silencio	Lista 2	1,70
Silencio-Ruido	Ruido	Lista 1	1,50
Silencio-Ruido	Ruido	Lista 2	1,79
Ruido-Silencio	Silencio	Lista 1	2,33
Ruido-Silencio	Silencio	Lista 2	2,38
Ruido-Silencio	Ruido	Lista 1	2,09
Ruido-Silencio	Ruido	Lista 2	2,18

TABLA 5: Resultados obtenidos con la puntuación C.

Como era de esperar, el análisis de las puntuaciones Z obtenidas por los sujetos en este segundo experimento mostró un efecto principal significativo de la lista, siendo mayores las puntuaciones obtenidas en la lista 1 que en lista 2. Esto se debe a que la puntuación Z depende del número total de palabras recordadas por los sujetos.

En un tercer experimento, los autores modificaron el nivel de intensidad del sonido en la condición de ruido, pasando de los 80 dB usados en los experimentos uno y dos a 85 dB; contrabalancearon el orden de las listas con las sesiones; y, finalmente, eliminaron las categorías exhaustivas puesto que con este tipo de categorías el nivel de agrupamiento de los sujetos era perfecto.

En este experimento, los autores evaluaron el rendimiento de cuatro grupos de sujetos de la siguiente forma:

GRUPO	ORDEN DE LAS CONDICIONES DE SONIDO	ORDEN DE LAS LISTAS
1	Silencio-Ruido (Sesión 1 y 2)	1-4 (Sesión 1) 5-8 (Sesión 2)
2	Ruido-Silencio (Sesión 1 y 2)	1-4 (Sesión 1) 5-8 (Sesión 2)
3	Silencio-Ruido (Sesión 1 y 2)	5-8 (Sesión 1) 1-4 (Sesión 2)
4	Ruido-Silencio (Sesión 1 y 2)	5-8 (Sesión 1) 1-4 (Sesión 2)

Los resultados permitieron observar que, al igual que en los dos experimentos anteriores, el efecto principal de las condiciones de sonido sobre el número total de palabras recordadas no era significativo (Ver tabla 6). Hubo una interacción significativa entre condiciones de sonido, orden de presentación de las condiciones de sonido, y sesión; observándose que en la primera y en la segunda sesión, los sujetos recordaban menos palabras cuando recibían las condiciones de sonido en el orden ruido-silencio que cuando las recibían en el orden inverso.

SESION	CONDICION DE SONIDO	LISTA	NUMERO DE PALABRAS RECORDADAS
Sesión 1	Silencio	1	18,90
Sesión 1	Silencio	2	18,05
Sesión 1	Ruido	1	17,60
Sesión 1	Ruido	2	18,35
Sesión 2	Silencio	1	18,10
Sesión 2	Silencio	2	16,85
Sesión 2	Ruido	1	18,10
Sesión 2	Ruido	2	17,85

TABLA 6: Número de palabras recordadas en cada una de las condiciones de sonido, de las listas y de las sesiones experimentales.

Analizando las puntuaciones C de nivel de agrupamiento, hallaron que bajo la condición de ruido los sujetos tenían un nivel de agrupamiento menor que bajo la de silencio. Así mismo, había un efecto principal significativo de la sesión, el cual mostró un mayor agrupamiento en la segunda que en la primera sesión. Estos resultados se presentan en la tabla 7.

SESION	CONDICION DE SONIDO	LISTA	ARCOSENO C
Sesión 1	Silencio	1	2,48
Sesión 1	Silencio	2	2,43
Sesión 1	Ruido	1	2,20
Sesión 1	Ruido	2	2,37
Sesión 2	Silencio	1	2,68
Sesión 2	Silencio	2	2,58
Sesión 2	Ruido	1	2,48
Sesión 2	Ruido	2	2,51

TABLA 7: Resultados obtenidos con la puntuación C en las distintas condiciones de sonido y en las dos sesiones experimentales.

Sin embargo, al analizar el número de grupos hallaron que la dirección de estos efectos era totalmente distinta, así, hubo más grupos con ruido que con silencio, y más grupos en la primera que en la segunda sesión. Pero, esta medida del nivel de agrupamiento no puede considerarse adecuada porque sus valores dependen del número total de ítems recordados.

En general, queda demostrado que cambios en el nivel de intensidad del ruido y en el material utilizado influyen en los resultados obtenidos en relación con los efectos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en tareas de recuerdo libre de listas de palabras categorizadas. No obstante, parece quedar claro que la presencia del ruido con niveles de intensidad moderados influye de manera perjudicial en la organización del recuerdo, pero que no afecta al número total de palabras recordadas por los sujetos.

La reducción en el nivel de agrupamiento de los sujetos bajo la condición de ruido observada en el tercer experimento y en la primera sesión del experimento 1 se debía a que los sujetos tenían inicialmente un recuerdo por categorías pobre y un gran recuerdo subsecuente de palabras individuales, es decir, que bajo condiciones de ruido había un cambio en los patrones de recuerdo. Esto es indicio de que el ruido no produce cambios pasivos en el procesamiento de la información. De acuerdo con este punto de vista, Eysenck (1977) había mostrado que la relación observada entre nivel de arousal de los sujetos y memoria puede ser interpretada asumiendo que el nivel general de activación del sujeto afecta a los procesos de codificación de la información. Por tanto, es importante evaluar las relaciones entre "niveles de procesamiento" y ruido en tareas de recuerdo de listas de palabras categorizadas.

Smith, Jones y Broadbent (1981) analizaron estos aspectos en su cuarto experimento. De acuerdo con lo propuesto por Daee y Wilding (1977), los autores esperaban que el nivel de recuerdo de los sujetos fuera mejor después de que realizaban una tarea de clasificación semántica, debido a que esta tarea se caracteriza por requerir un nivel de procesamiento profundo de la información. Por otra parte, esperaban que la presencia de ruido produjera sesgos a favor de los niveles de procesamiento de información más superficiales.

Para verificar estas hipótesis, los sujetos experimentales tuvieron que realizar una tarea de recuerdo libre de palabras y, simultáneamente, debían clasificar las palabras usando una de las siguientes formas:

A) Clasificación física: los sujetos debían indicar si la primera letra de la palabra estaba antes o después de la letra "M" en el alfabeto.

B) Clasificación semántica: las personas debían indicar en forma escrita a cuál de cuatro categorías pertenecía la palabra.

Después de la tarea de clasificación de las palabras, los sujetos tenían que recordar el mayor número de palabras que pudiesen a partir de una lista de palabras categorizadas similares a las usadas en los experimentos 1 y 2. Los autores evaluaron a dos grupos de sujetos, uno de los cuales realizaba la tarea de clasificación semántica y el otro la de clasificación física. Todos los sujetos experimentales trabajaron en la condición de ruido (Ruido continuo de campo libre con nivel de intensidad de 85 dB) y en la de silencio (Ruido continuo de campo libre con nivel de intensidad de 55 dB), y recibieron estas condiciones bien en el orden ruido-silencio o bien en el orden inverso.

De acuerdo con Smith (1979 cp: Smith, Jones y Broadbent, 1981), se esperaba que la tarea semántica produjera mejores puntuaciones de recuerdo y mejores niveles de agrupamiento que la tarea de clasificación física.

En cuanto al número medio de palabras recordadas los autores hallaron que, efectivamente, las personas que realizaban la tarea de clasificación semántica recordaban más palabras que aquellas que realizaban la de clasificación física. Pero, no había un efecto principal significativo de las condiciones de sonido. Por otra parte, el análisis de los datos mostró que la interacción entre tipo de tarea de clasificación y lista era significativa. Específicamente, las personas que realizaron la tarea de clasificación física mostraban una mejora en el recuerdo de la lista 1 a la lista 2, mientras que el número de palabras recordadas por los sujetos con la tarea de clasificación semántica se deterioró de la lista 1 a la lista 2 (Ver tabla 8).

TAREA DE CLASIFICACION	CONDICION DE SONIDO	LISTA	NUMERO DE PALABRAS RECORDADAS
Física	Silencio	1	10,73
Física	Silencio	2	11,73
Física	Ruido	1	10,36
Física	Ruido	2	12,09
Semántica	Silencio	1	16,67
Semántica	Silencio	2	14,17
Semántica	Ruido	1	15,83
Semántica	Ruido	2	13,75

TABLA 8: Número de palabras recordadas en función de la tarea de clasificación, las condiciones de sonido y la lista.

En relación a las puntuaciones C de agrupamiento, no se observó que hubiese un efecto principal significativo del tipo de clasificación, ni de las condiciones de sonido. En este análisis, sólo fue significativa la interacción condiciones de sonido por orden del tratamiento de ruido, la cual reflejó una mayor agrupamiento en el orden ruido-silencio que en el orden silencio-ruido.

Por supuesto, el análisis de las puntuaciones Z mostró un efecto principal significativo del tipo de clasificación, observándose un mayor agrupamiento en los sujetos que realizaban la tarea de clasificación semántica que en los que hacían la de clasificación física. Recordemos que esta medida del agrupamiento depende del número total de palabras recordadas por los sujetos.

En conclusión, los autores no pudieron corroborar la predicción según la cual los sujetos que realizan una tarea de clasificación semántica de palabras muestran siempre un mejor nivel de agrupamiento que aquellos que clasifican las palabras de acuerdo con sus características físicas. En términos generales, Smith, Jones y Broadbent (1981) proponen que el patrón de recuerdo de los sujetos que trabajan bajo condiciones donde se presenta un ruido con niveles moderados de intensidad y que conlleva una disminución en el nivel de agrupamiento es el siguiente:

Cuando los sujetos recuerdan las palabras de acuerdo con la categoría a la que pertenecen, recuerdan primero los ítems más accesibles. Los ítems sobrantes, que resultan menos accesibles, compiten con aquellos más accesibles que pertenecen a otras categorías verbales. Debido a esto, las personas invierten mucho tiempo en los ítems menos accesibles de una categoría dada y se arriesgan a perder aquellos otros que son más accesibles pero que pertenecen a otras categorías. Bajo condiciones de ruido con niveles de intensidad moderados podría suceder que las personas cambien de categoría y recuerden primero los ítems más accesibles.

Los autores propusieron también que sus resultados experimentales sugieren que los efectos de niveles moderados de intensidad del ruido pueden ser entendidos como un cambio en la estrategia utilizada por los sujetos para realizar la tarea de recuerdo de palabras, o bien que pueden deberse a que los sujetos dirigen su esfuerzo hacia un aspecto de la tarea más que hacia otro.

Por último, los resultados de esta serie de experimentos evidencian que la variabilidad observada en los efectos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en tareas de recuerdo libre de listas de palabras categorizadas está causada por las características específicas de la tarea que deban realizar los individuos. Características estas que determinan, en última instancia, la estrategia que será utilizada por los sujetos para llevar a cabo dicha tarea.

2.2.- EFECTOS DEL RUIDO SOBRE EL RENDIMIENTO EN EL RECUERDO Y EL RECONOCIMIENTO DE EJEMPLOS DE CATEGORIAS.

En las investigaciones presentadas hasta este momento, el rendimiento de los sujetos ha sido evaluado, principalmente, como número total de ítems recordados y grado de agrupamiento

obtenido por los sujetos en tareas de recuerdo libre de palabras. Sin embargo, Eysenck (1975) comparando el rendimiento de los sujetos en una tarea de recuerdo con el alcanzado en una tarea de reconocimiento, y analizando los efectos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en ambos tipos de tareas, observó que en la condición de silencio, la latencia de respuesta de los sujetos con alto nivel de activación era menor que la latencia de respuesta de los sujetos con bajo nivel de activación. Esta relación entre latencia de respuesta y nivel de activación general fue observada sólo con la tarea de recuerdo, pero no con la de reconocimiento.

Adicionalmente, Eysenck (1975) observó que la presencia de ruido tenía un efecto perjudicial sobre el rendimiento de las personas en la tarea de recuerdo, pero no sobre el obtenido en la tarea de reconocimiento. Este efecto dañino del ruido se producía en aquellos ítems que eran ejemplos no dominantes de la categoría, pero el ruido no tenía efecto alguno en los ítems dominantes. Finalmente, el autor encontró que el nivel de activación del sujeto interactuaba con la dominancia del ítem en las tareas de recuerdo, pero no en las de reconocimiento. Esta interacción mostró que los sujetos con alto nivel de activación respondían más rápidamente a los ítems dominantes que a los no dominantes.

Estos resultados fueron utilizados por Eysenck (1975) como apoyo a su propuesta de que el alto arousal facilita la recuperación de ejemplos dominantes de una categoría, y que los efectos del ruido sobre el rendimiento de las personas pueden ser entendidos en términos del arousal generado por este tipo de estimulación acústica. Complementariamente, Broadbent (1971) afirma que el alto arousal aumenta la probabilidad de que las personas muestreen información para fuentes externas dominantes a expensas de las no dominantes. No obstante, algunos trabajos han sugerido que esta generalización es demasiado simple, así, Von Wright y Valuras (1980) no hallaron evidencia de que el nivel de activación de los sujetos sea una variable determinante en el rendimiento de los sujetos en tareas de memoria semántica, si bien hallaron que había un mejor rendimiento con ejemplos dominantes que con ejemplos no dominantes de la categoría.

En la interpretación de todos estos resultados no puede olvidarse que hay una serie de factores inherentes a la situación experimental que deben ser tenidos en cuenta. Entre estos factores son de resaltar: el material verbal utilizado y el grado de "pronunciabilidad" de las palabras presentadas.

Smith y Broadbent (1982) intentaron replicar los resultados hallados por Eysenck (1975), y ver hasta qué punto los mismos son generalizables a distintas situaciones experimentales. Para esto, en un primer experimento, los autores sometieron a los sujetos a 24 ensayos de recuerdo (Ej: Fruit-A) donde la tarea de los sujetos era producir el mayor número de palabras que pudiesen que perteneciesen a una categoría dada y que comenzaran por la letra especificada; y a 48 de reconocimiento (Ej: Fruit-Apple) donde la tarea de los

sujetos era indicar si la palabra que seguía a una categoría dada pertenecía o no a dicha categoría. En algunos ensayos los ejemplos eran dominantes y en otros eran no dominantes y las categorías verbales fueron: piedras preciosas, metales, armas, profesiones, partes del cuerpo, clases de telas, colores, deportes, instrumentos musicales, insectos, y frutas. Así mismo, los sujetos experimentales trabajaban bajo una condición de ruido blanco con nivel de intensidad de 80 dB presentado a través de audífonos en la condición de "ruido"; y bajo una condición de silencio definida como la ausencia de ruido. En esta última condición, los sujetos utilizaban protectores auditivos para evitar la posible interferencia de los ruidos ambientales.

Los resultados experimentales evidenciaron que el porcentaje de errores cometidos por los sujetos en los ensayos de recuerdo era mayor para los ejemplos no dominantes que para los ejemplos dominantes de la categoría (Ver tabla 9).

CONDICIONES DE SONIDO

EJEMPLOS	SILENCIO		RUIDO	
	DOM.	NO DOM.	DOM.	NO DOM.
ERRORES	5,9	10,5	6,5	9,5

TABLA 9: Número de errores cometidos en los ensayos de recuerdo en función de la dominancia de los ejemplos.

En cuanto a la latencia para las respuestas correctas, observaron que el nivel de activación de los sujetos, medido a través de la escala de activación de Thayer General, no tenía un efecto significativo sobre el rendimiento, ni interactuaba con las condiciones de sonido. Sin embargo, sí había un efecto principal significativo del ruido y este efecto mostró que todas las respuestas de los sujetos eran, generalmente, más rápidas bajo la condición de ruido que bajo la de silencio. Smith y Broadbent (1982) consideraron que este efecto del ruido se debe a que este estímulo produce un "despertamiento" en las personas que no necesariamente debe estar relacionado con la memoria. Finalmente, obtuvieron que la interacción condiciones de sonido y dominancia no era significativa.

Como se puede ver, los resultados de este primer experimento no coinciden con los obtenidos por Eysenck (1975). Esta falta de coincidencia puede deberse a ciertas diferencias metodológicas entre los experimentos desarrollados por los autores. Por ejemplo: un empeoramiento del rendimiento de los sujetos con un alto nivel de activación general puede deberse a la localización de dicha activación, es decir, la activación puede reflejarse en forma de ansiedad más que en forma de excitación general, y es muy difícil controlar el grado de ansiedad generado por dos situaciones experimentales distintas. Por otra parte, el material utilizado en ambas

investigaciones no fue exactamente el mismo; la hora del día en que se llevaron a cabo ambos estudios era distinta y esta variable afecta al nivel general de activación de los sujetos influyendo en los posteriores incrementos del arousal; el número de sujetos y el sexo fueron, en ambos estudios, diferentes, etc..

Con el objetivo de ver que qué medida las variaciones en la situación experimental influyen sobre los resultados obtenidos en cuanto a los efectos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos, Smith y Broadbent (1982) realizaron un segundo experimento, en el cual cambiaron las condiciones de sonido, usaron más ejemplos de categorías, eliminaron los ensayos de reconocimiento, y usaron una versión de la tarea en papel y lápiz que evitaba las posibles dificultades debidas al grado de pronunciabilidad de las palabras.

En este experimento, los sujetos realizaban una tarea de recuerdo de ejemplos de categorías similar a la utilizada en el experimento 1. Se presentaron cuatro listas de ejemplos, dos de las cuales generaban ejemplos dominantes de la categoría y las dos restantes generaban ejemplos no dominantes. El orden de presentación de las listas era fijo y siempre la lista dominante precedía a la no dominante. Los sujetos realizaron la tarea de recuerdo bajo dos condiciones de sonido, a saber:

- A) Silencio: Ruido continuo de campo libre con nivel de intensidad de 55 dB.
- B) Ruido: Ruido continuo de campo libre con nivel de intensidad de 85 dB.

El resultado más importante de este experimento fue que hubo una interacción significativa entre condiciones de sonido y dominancia, observándose que el detrimento en el número de ejemplos recordados por los sujetos bajo la condición de ruido se daba solamente con los ejemplos no dominantes de la categoría. Los datos obtenidos por Smith y Broadbent (1982, exp.: 2) en relación con los efectos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en tareas de recuerdo de ejemplos dominantes y no dominantes de las categorías se presentan en la tabla 10.

CONDICIONES DE SONIDO

ORDEN DEL TRATAMIENTO DE RUIDO	SILENCIO		RUIDO	
	DOM.	NO DOM.	DOM.	NO DOM.
SIL.-RUIDO	18,37	14,87	23,37	10,50
RUIDO-SIL.	25,33	14,67	17,56	12,67

TABLA 10: Efectos del ruido sobre el número de ejemplos dominantes y no dominantes recordados.

Estos resultados coinciden con los hallados por Eysenck (1975). El efecto del ruido puede deberse a un cambio mecánico en los parámetros del mecanismo de recuperación de la información, pero también puede ser consecuencia de diferencias en las estrategias de recuperación utilizadas por las personas cuando trabajan bajo diferentes condiciones de sonido. Esta última alternativa fue propuesta por los autores debido a que, en el segundo experimento realizado, los sujetos experimentales tenían experiencia previa con la tarea de producción de ejemplos de categorías y esta experiencia podía inducir a los sujetos a emplear una estrategia particular de recuperación de la información.

Para evaluar estas dos alternativas explicativas, Smith y Broadbent (1982) repitieron el segundo experimento manipulando la experiencia pasada de los sujetos que participaban, en el sentido de que, en este tercer experimento, los sujetos no habían realizado nunca la tarea de recuerdo de ejemplos de categorías.

El análisis de los datos de este experimento mostró que, al igual que en el experimento anterior, había un efecto principal significativo de la dominancia el cual puso de manifiesto que los sujetos recordaban un mayor número de ejemplos cuando la letra incitaba la producción de ejemplos dominantes que cuando estimulaba la producción de ejemplos no dominantes de la categoría (Ver tabla 11). Pero, en otros aspectos, los resultados fueron diferentes: en este último experimento, la interacción entre condiciones de sonido y dominancia se debía a que la disminución en el número de ejemplos recordados con ruido se daba sólo en el caso de los ejemplos dominantes; esto es exactamente lo opuesto a lo hallado por Eysenck (1975) y por Smith y Broadbent (1982, exp.: 2).

CONDICIONES DE SONIDO

SILENCIO		RUIDO	
DOM.	NO DOM.	DOM.	NO DOM.
23,85	12,08	21,40	12,75

TABLA 11: Número de ejemplos recordados bajo las distintas condiciones de sonido y con diferentes tipos de ejemplos de categorías.

Comparando los experimentos dos y tres, detalles como: las instrucciones, el experimentador, y el ambiente de laboratorio eran idénticos. Esto hace poco probable que las incongruencias entre los resultados obtenidos en estos dos experimentos fuesen consecuencia de diferencias en la inducción de ansiedad en los sujetos. Así mismo, en ambos experimentos, los sujetos habían sido seleccionados de entre la misma población, asistían a las sesiones experimentales a la misma hora del día, y los materiales estímulo eran

idénticos. La única diferencia entre estos experimentos fue que el grupo de sujetos del segundo experimento tenían experiencia previa con la tarea de producción de ejemplos de categorías, mientras que los sujetos del tercer experimento no tenían experiencia previa con esta tarea. En otras palabras, un grupo de sujetos comenzó el experimento con una jerarquía de estrategias de recuperación de la información distinta a la del otro grupo. Aquellas personas que ya habían tenido experiencia con la tarea, probablemente, adoptaban una estrategia para generar asociaciones con el nombre de la categoría, y no una en la cual se generarán ejemplos de forma diferente, como podría ser seguir un orden alfabético. Por el contrario, las personas que realizaban la tarea por primera vez usaban otra estrategia de recuperación, pero, estos experimentos no permitieron determinar qué estrategia era seguida por los sujetos que tenían experiencia y cuál por aquellos que no la tenían.

El hecho de que el ruido aumentara el efecto de la dominancia en una clase de sujetos, pero no en la otra es una evidencia de que el ruido no provoca cambios pasivos y uniformes en los parámetros fundamentales del proceso de recuperación de la información. Es más probable que su efecto se centre en la estrategia de recuperación de información usada por las personas (Smith y Broadbent, 1982). Este efecto del ruido sobre las estrategias de recuperación puede darse de dos formas distintas:

A) Es posible que el ruido reduzca la probabilidad de cambiar de una estrategia a otra cualquiera. De esta forma, es probable que los sujetos sin experiencia previa comiencen la tarea con una estrategia de generación de categorías, la cual y como consecuencia de la presencia de ruido sea difícil de cambiar, aunque esta estrategia sea inapropiada. Las personas con experiencia previa en la tarea serían capaces, por el contrario, de cambiar fácilmente de una estrategia a otra cualquiera.

B) Podría ocurrir que la flexibilidad para cambiar de una estrategia a otra no esté afectada por la presencia del ruido, pero que la estrategia más favorable sea usada durante mayor tiempo, independientemente de cual sea esta estrategia. En el caso de Smith y Broadbent (1982), los resultados podrían significar que el grupo con experiencia previa aumenta la prioridad de una estrategia en favor de la dominancia y que la presencia de ruido permita que dicha estrategia prioritaria sea utilizada durante un lapso mayor de tiempo.

Estas dos vertientes explicativas pueden ser puestas a prueba mezclando en una lista de palabras ejemplos dominantes y no dominantes. En este caso, cualquier dificultad para cambiar de estrategia conllevaría un deterioro en el rendimiento de los sujetos, pero si lo que sucede es que la estrategia prioritaria es empleada por el sujeto durante más tiempo, este deterioro en el rendimiento no se esperaría. De esta forma, Smith y Broadbent (1982), en un cuarto experimento, evaluaron las dos posibles explicaciones mencionadas.

En su cuarto experimento, Smith y Broadbent (1982) usaron la misma combinación de categorías que en los dos anteriores, pero mezclaron los ejemplos dominantes y los no dominantes para producir listas nuevas, cada una con 32 ejemplos de categorías. Cada sujeto experimental recibía dos listas bajo la condición de ruido y dos bajo la de silencio. Las dos condiciones de sonido estuvieron separadas por un intervalo de tiempo de varias semanas, y la mitad de los sujetos las recibían en el orden ruido-silencio y la otra mitad en el orden inverso. En este experimento, ninguno de los sujetos experimentales había participado en los experimentos anteriores.

Smith y Broadbent (1982, exp.: 4) hallaron que, al igual que en los experimentos previos, había un efecto significativo de la dominancia el cual mostró que los sujetos recordaban más ejemplos de la categoría cuando la letra inducía a la producción de ejemplos dominantes que cuando inducía a la producción de ejemplos no dominantes. Así mismo, obtuvieron un efecto principal de las condiciones de sonido que mostró un incremento del número de ejemplos recordados bajo la condición de ruido, pero la interacción entre ruido y dominancia no fue significativa (Ver tabla 12).

CONDICIONES DE SONIDO

SILENCIO				RUIDO			
DOMINANTE		NO DOMINANTE		DOMINANTE		NO DOMINANTE	
List 1	List 2	List 1	List 2	List 1	List 2	List 1	List 2
11,95	10,2	7,45	7,15	12,7	10,6	8,25	7,5

TABLA 12: Número de ejemplos recordados en cada condición de sonido y con diferentes tipos de ejemplos de categorías.

No hay señales de un deterioro total del rendimiento bajo la condición de ruido, lo que implica que sus efectos no se centran en una disminución en la flexibilidad de los sujetos para cambiar de una estrategia a otra. Por el contrario, la mejora en el rendimiento de los sujetos bajo la condición de ruido parece indicar que sus efectos hacen referencia a que cuando las personas están expuestas a este tipo de estimulación, cambian la prioridad de una estrategia por encima de la otra estrategia.

2.3.- LOS EFECTOS DEL TAMANO DE LA CATEGORIA.

A lo largo de la exposición de estas investigaciones se ha enfatizado en el hecho de que el tipo de material usado en los experimentos influye considerablemente sobre los resultados obtenidos en cuanto a los efectos del ruido sobre

el rendimiento humano. Uno de los aspectos fundamentales en las tareas de recuerdo libre de listas de palabras categorizadas es el tamaño de las categorías incluidas en las listas. El tamaño de la categoría ha sido definido como "el número de miembros de la categoría con los cuales el sujeto puede llevar a cabo correctamente la tarea requerida en un experimento dado" (Landauer y Meyer, 1972).

Landauer y Freedman (1968, exp.: 1) realizaron un estudio en el que los sujetos debían realizar una tarea de reconocimiento de ejemplos de categorías indicando si las palabras de prueba pertenecían o no a unas categorías preespecificadas. Las categorías formaban pares anidados (Ej: Perro y Animales), de forma tal que en cada par una categoría era subgrupo de la otra. Todas las palabras que los sujetos podían clasificar como miembros de la categoría subgrupo (Ej: Perro) también podían ser clasificadas como miembros de la categoría superior (Ej: Animales) y, finalmente, al menos un miembro de la categoría superior no podía ser clasificado como miembro de la categoría subgrupo. En algunos de los ensayos, los sujetos juzgaban si la palabra de prueba presentada visualmente pertenecía a la categoría más pequeña del par anidado, mientras que en los otros debían evaluar si la misma palabra pertenecía a la categoría superior.

Landauer y Freedman (1968) hallaron que el tiempo de reacción de los sujetos para las respuestas positivas (la palabra de prueba "sí" pertenecía a la categoría) y negativas (la palabra de prueba "no" pertenecía a la categoría) variaba directamente con el tamaño de la categoría. Resultados similares fueron obtenidos por estos mismos y por otros autores usando procedimientos experimentales distintos y variando las categorías verbales, lo que permite afirmar que el tiempo de reacción verdadero aumenta con el tamaño de la categoría (Landauer y Freedman, 1968 exp.: 2; Collins y Quillian, 1969; Wilkins, 1971).

Los efectos del tamaño de la categoría son un aspecto de gran relevancia para el modelo de redes sobre la memoria, propuesto por Collins y Quillian (1969). De acuerdo con este modelo, la estructura de la memoria semántica incluye una red de conceptos interrelacionados. Los nodos de la red representan a estos conceptos y a las propiedades intrínsecas a ellos, y las conexiones entre los nodos especifican las relaciones particulares que guardan entre sí los conceptos. Por ejemplo: si junto a *canario* se ha almacenado un *ave amarilla que puede cantar*, se dice que hay un indicador hacia *ave*, que es el nombre de una categoría o supraordenada de *canario*, y que hay indicadores hacia dos propiedades: que un canario es amarillo y que puede cantar. La información, generalmente verdadera sobre las aves no necesita ser almacenada en el nodo de memoria de cada una de las diferentes clases de aves. De esta forma, es posible inferir que un canario puede volar recuperando la información de que un canario es un ave, y que las aves pueden volar. Dado que un avestruz no puede volar, se asume que esta información está almacenada como propiedad en el nodo *avestruz*, tal y como se hace en los diccionarios.

Organizando de esta manera la información en la memoria, el sujeto minimiza la cantidad de espacio de almacenamiento necesario. Si se admite a este modelo como modelo de la estructura de la memoria se pueden hacer predicciones sobre la recuperación de la información por parte de los individuos. Si una persona sólo dispone de la información que está almacenada en cada nodo y para determinar la veracidad de un *canario puede cantar* sólo necesita empezar en el nodo *canario* y recuperar las propiedades allí almacenadas. Pero, para determinar la veracidad de un *canario puede volar*, el sujeto debe subir hasta el nodo *ave* antes de poder recuperar la propiedad de volar. Como consecuencia, la persona necesitara más tiempo para determinar la veracidad de la oración *un canario puede volar* que para determinar la veracidad de la oración *un canario puede cantar*. Y así, necesitara aun más tiempo si la afirmación es *un canario tiene piel*, dado que este hecho está almacenado en el nodo *animal* que está un paso más lejos de *canario* (Collins y Quillian, 1969).

Este modelo de redes tiene varios supuestos: a) tanto recuperar la información de un nodo, como ascender a un nivel superior de la jerarquía requiere de cierto período de tiempo, b) los tiempos invertidos en estos dos procesos son aditivos, ya que un paso depende de la finalización del anterior.

Collins y Quillian (1969) propusieron la existencia de distintos factores que influyen en la distancia que separa a dos conceptos en la red, uno de tales factores es el orden en el cual las personas aprenden varios conceptos y sus interrelaciones, otro es la conexión lógica que existe entre conceptos. De esta forma, un concepto como *perro* puede almacenarse jerárquicamente entre los conceptos *Collie* y *animal* (Landauer y Meyer, 1972).

Por otra parte, y de acuerdo con este modelo, el tiempo empleado por los sujetos en la recuperación de la información depende de la distancia que separe a los conceptos y del número de conexiones que existen entre ellos. Por lo que, el incremento en el tamaño de la categoría tiende a incrementar la distancia entre la categoría y la palabra de prueba, y por tanto, el tiempo de reacción para los juicios positivos varía directamente con el tamaño de las categorías. Esta predicción del modelo de redes de la memoria semántica propuesto en 1969 por Collins y Quillian se ve confirmada por los resultados experimentales hallados por Landauer y Freedman (1968, exps.: 1 y 2) en relación con el tiempo de reacción para las respuestas positivas. Sin embargo, no permite explicar los resultados hallados por los autores en relación con el tiempo de reacción para las respuestas negativas.

Collins y Quillian (1970) concluyeron que el tamaño de la categoría no es un factor esencial, sino que lo importante es la relación semántica que existe entre la palabra de prueba y la categoría en cuestión. Así explicaron el hecho de que el efecto del tamaño de la categoría ocurriese también con los juicios negativos. De acuerdo con Collins y Quillian (1970), el efecto del tamaño de la categoría sobre el tiempo de reacción para las respuestas negativas sólo puede ocurrir si

la palabra de prueba es confundible con la categoría superior debido a que entre ambas hay una fuerte relación semántica.

Landauer y Meyer (1972) evaluaron la validez de estas conclusiones y, si bien no descartaron la posibilidad de que otros factores influyeran en los efectos del tamaño de la categoría observados, consideraron que este tamaño, de hecho, es esencial. Estos autores se plantearon la pregunta de si la interacción observada por Collins y Quillian (1970) entre las conexiones semánticas y el tamaño de la categoría ocurre de manera tal que los efectos del tamaño de la categoría no se observan, a menos que los ejemplos negativos estén relacionados semánticamente con la categoría superior.

En este sentido, Meyer y Ellis (1970 cp: Landauer y Meyer, 1972) realizaron un experimento en el que los sujetos hacían juicios de categorías sobre ejemplos negativos conformados por hileras de letras que no formaban ninguna palabra. De esta forma, se pueden hacer inferencias sobre si los efectos del tamaño de la categoría se limitan a los ítems que se relacionan semánticamente con las categorías presentadas, ya que el grado de relación entre una no-palabra y una categoría cualquiera es mínima. Los autores presentaron a los sujetos 24 pares de categorías anidadas. Los ítems de prueba podían ser: una palabra que perteneciese a la categoría, una palabra que no perteneciese a dicha categoría, o una no-palabra.

Los datos experimentales mostraron que seguía habiendo un efecto significativo del tamaño de la categoría en las respuestas negativas. Los sujetos empleaban 30 msecs. más para decidir que una no-palabra (Ej: MAFER) no era miembro de una categoría más grande (Ej: ESTRUCTURA) que para decidir que dicha no-palabra no era miembro de una categoría más pequeña (Ej: CONSTRUCCION).

Estos resultados no apoyan la conclusión de Collins y Quillian (1970) de que el efecto del tamaño de la categoría sobre las respuestas negativas sólo ocurre si el ítem está relacionado semánticamente con la categoría presentada. Sin embargo, la prueba definitiva sobre la validez de esta propuesta debe ser realizada con palabras reales que varíen en las distancias que las separan de la categoría. Para esto, Landauer y Meyer (1972) replicaron el experimento de Landauer y Freedman (1968). En esta replica, los autores presentaron 10 pares de categorías anidadas, con 10 ejemplos positivos y 10 negativos para cada par de categorías. Cada uno de los sujetos experimentales juzgaron las palabras de prueba con respecto a cinco categorías pequeñas y a cinco categorías grandes.

Los resultados mostraron que los tiempos de reacción promedio para los ejemplos positivos eran de 482 msecs. para las categorías pequeñas y de 506 msecs. para las categorías grandes. Por otra parte, los tiempos de reacción promedio para los ejemplos negativos eran de 506 msecs. para las categorías pequeñas y de 592 msecs. para las categorías grandes. Este efecto del tamaño de la categoría fue

significativo, tanto para los ejemplos positivos como para los negativos, sugiriendo que el efecto del tamaño de la categoría es independiente de las conexiones semánticas que existan entre las palabras.

Landauer y Meyer (1972) propusieron un modelo de la memoria alternativo al de Collins y Quillian (1970) que explica los resultados hallados con tareas de categorización. En este modelo se supone que cuando una persona debe decidir si una palabra de prueba pertenece a una categoría determinada, la decisión es tomada mediante la exploración de la palabra test entre las palabras almacenadas en la memoria como pertenecientes a la categoría. Esta exploración implica comparar la representación de la palabra test con las representaciones de las palabras individuales de la categoría almacenadas. Si la palabra de prueba es hallada durante el proceso de exploración, entonces el sujeto emite la respuesta positiva. Si, por el contrario, el sujeto no la halla la respuesta es negativa.

Este modelo alternativo solamente hace suposiciones sobre un nivel de la estructura de la memoria, a saber, la membresía a la categoría en sí misma, pero no necesita hacer suposiciones sobre las relaciones entre las categorías almacenadas. Las representaciones de la palabra test y las de los miembros de la categoría pueden, por tanto, ser semánticas, fonéticas o gráficas, y el proceso de exploración puede ser serial, paralelo o una mezcla de ambos.

En este modelo no se excluye la posibilidad de que, además del tamaño de la categoría, factores como la frecuencia de las palabras y la modalidad de los estímulos influyan en el proceso de recuperación de la información actuando antes o durante la fase de exploración. El modelo predice que los tiempos de reacción aumentarán con el tamaño de la categoría, ya que cuando el tamaño de la categoría aumenta el sujeto requiere emplear más tiempo en el proceso de exploración para verificar si la palabra de prueba pertenece o no a la categoría. Esto es cierto aún cuando la palabra test sea una no-palabra cuyas relaciones semánticas con las categorías son mínimas, independientemente del tamaño de la categoría.

El modelo de Landauer y Meyer (1972) no es el único modelo propuesto como alternativa al modelo de redes de la memoria. Smith, Shoben y Rips (1974) propusieron el llamado "Modelo de rasgos de la memoria semántica", basado en los conocidos modelos conjuntistas. En estos últimos modelos, conceptos como *petirrojo* y *ave* están representados por conjuntos de elementos que pueden ser descripciones únicas, atributos, nombres de subconjuntos o conjuntos de orden superior.

Smith, Shoben y Rips (1974) consideraron que el modelo conjuntista más importante es el basado en los atributos. En este modelo, *petirrojo* y *ave* aparecen representados como conjuntos de atributos definitorios, y la verificación de una proposición como *un petirrojo es un ave* se basa en un proceso de comparación en el que se determina si cada atributo de *ave*

lo es también de *petirrojo*.

En el modelo de rasgos de la memoria semántica, el significado de una palabra no es una unidad indivisible, sino que puede ser representado como un conjunto de rasgos semánticos. Por otra parte, los rasgos asociados con una categoría dada varían en el grado en que definen a dicha categoría. De esta forma, Smith, Shoben y Rips (1974) imaginaron un continuo a lo largo del cual algunos rasgos son más definitorios de los conceptos, mientras que otros son rasgos más accidentales o característicos. Propusieron así un modelo de procesamiento en el que la persona considera inicialmente todos los rasgos, y luego centra su atención sólo en aquellos rasgos que están por encima de algún criterio mínimo, considerando como definitorios los rasgos que quedan por encima del límite y como característicos lo que quedan por debajo. El número de rasgos definitorios contenido en el significado de un elemento disminuye a medida que aumenta el grado de abstracción del elemento, por ejemplo: el concepto *petirrojo* contiene más rasgos definitorios que el concepto *ave*.

En esta concepción del procesamiento de la información, la idea básica es que el proceso de categorización semántica puede exigir al sujeto varias fases de comparación distintas:

A) El sujeto primero recupera listas de rasgos de la palabra ejemplo y de la categoría, incluyendo rasgos tanto de las dimensiones características, como de las definitorias.

B) Después, el sujeto compara estas dos listas con todos sus rasgos, obteniendo una medida "X" de similitud general. Esta medida es considerada como una variable al azar para un ejemplo-categoría dado. La medida tiene en cuenta la proporción de dimensiones de la categoría que son compartidas por el ejemplo de prueba y la proximidad de estos valores en cada una de estas dimensiones comunes.

C) Finalmente, la "X" resultante se compara con dos niveles-criterio de similitud general, que ya existían antes del comienzo del ensayo; uno, el nivel superior llamado C1, y otro, el nivel inferior llamado C0. Si "X" es mayor que C1, el sujeto puede dar una respuesta positiva, mientras que si es menor que C0 da una respuesta negativa.

D) Cuando "X" está entre C0 y C1, es necesaria una segunda fase de comparación por parte del sujeto para poder determinar la respuesta. En esta segunda fase, se separan los rasgos más definitorios de los característicos y se compara el grupo de rasgos definitorios de la categoría con los del ejemplo de prueba. Se da una respuesta positiva si cada dimensión definitoria de la categoría es también una dimensión definitoria del ejemplo.

En este modelo de rasgos se hacen dos predicciones importantes. La primera es que, para cualquier categoría, el tiempo de reacción verdadero disminuirá a medida que aumente la tipicidad del ejemplo de prueba. La segunda predicción

hace referencia a los tiempos de reacción falsos, y plantea que el tiempo de reacción falso disminuirá según lo haga el grado de relación semántica entre la categoría y el ejemplo de prueba, o el grado en que el ejemplo de prueba es típico de la categoría en cuestión.

2.4.- LOS EFECTOS DE LA MODALIDAD DE PRESENTACION DE LOS ESTIMULOS.

Además del tamaño de las categorías presentes en las listas, otro factor que también influye es la modalidad de presentación de los estímulos, es decir, si el estímulo es presentado en forma visual o auditiva. En relación con esta variable, Broadbent, Cooper, Frankish y Broadbent (1980) presentaron un informe en el cual mostraron que los resultados experimentales en relación con el agrupamiento en tareas de recuerdo a corto plazo difieren dependiendo de que la presentación de los estímulos a ser recordados sea visual o auditiva.

Los beneficios del agrupamiento se centran en que, cuando el sujeto debe recordar ítems que guardan una relación semántica, no debe generar un código para cada uno de los ítems presentados, sino que puede crear un código específico para cada grupo de ítems relacionados. De acuerdo con Broadbent (1971), el sujeto puede necesitar codificar temporalmente a cada ítem cuando éste le es presentado, y formar el código de grupo cuando todos los ítems pertenecientes a un grupo dado han sido recibidos. Este autor denominó a la primera etapa de codificación individual de los ítems como Etapa 1, y a la segunda etapa de codificación de grupo como Etapa 2. La Etapa 1 se podría caracterizar por representar un almacén sensorial, y la Etapa 2 se podría caracterizar porque la información en ésta etapa avanza progresivamente a una nueva etapa para su salida en forma de respuesta. En este caso, los ítems del comienzo de la lista tendrían que avanzar hasta el final del sistema al mismo tiempo que el sujeto recibe los últimos ítems y, por ende, la reproducción en el orden original de los grupos sería mejor que la recuperación de la información en el orden inverso. Alternativamente, podría ocurrir que la Etapa 1 no fuese simplemente usada en la entrada de la información, sino que también fuese usada como "tope" de salida. Si esto es así, entonces la información que llega a la Etapa 2 probablemente necesite regresar a la Etapa 1 mientras que los primeros grupos de ítems ya están en la Etapa 2 y, por tanto, resultaría más fácil responder en primer lugar con el último grupo de ítems presentados (recuerdo inverso).

Broadbent (1971) predijo que el recordar primero al último grupo de ítems (recuerdo inverso) sería ventajoso si la Etapa 1 es un "tope" de salida, pero que no sería beneficioso si ésta etapa es sólo un estado temprano de procesamiento de la información. Los estudios realizados por Broadbent en 1975 usando la presentación auditiva de la información mostraron un

marcado deterioro en el recuerdo inverso de los sujetos, por lo cual concluyó que la Etapa 1 era simplemente un estado temprano del procesamiento de la información. Sin embargo, es necesario analizar qué sucede con la presentación visual de los estímulos. En este sentido, Broadbent, Cooper, Frankish y Broadbent (1980) replicaron el estudio realizado por Broadbent (1975), pero presentaron los ítems a ser recordados visualmente.

Estos autores presentaron a los sujetos experimentales cuatro bloques de listas, cada uno compuesto por 10 listas de nueve ítems agrupados en grupos de tres ítems. La mitad de los sujetos recibían instrucciones de que recordaran los ítems de los dos primeros bloques en el orden en que habían sido presentados (recuerdo directo) y que recordaran los ítems de los dos últimos bloques comenzando por el último grupo de ítems presentado (recuerdo inverso). La otra mitad de los sujetos recibieron las instrucciones inversas: recuerdo inverso para los primeros bloques y recuerdo directo para los últimos bloques. Dentro de cada condición de recuerdo, la mitad de los sujetos recibieron los ítems del primer bloque con una tasa de presentación rápida (cada ítem duraba medio segundo) y los ítems del segundo bloque a una tasa de presentación lenta (cada ítem duraba un segundo), la otra mitad de los sujetos recibía las tasas de presentación en el orden inverso. El diseño de este experimento puede, por tanto, representarse de la siguiente forma:

GRUPO DE SUJETOS

ITEMS	PRIMER GRUPO	SEGUNDO GRUPO
Primer bloque (10 listas)	Recuerdo Directo	Recuerdo Inverso
Segundo bloque (10 listas)	Recuerdo Directo	Recuerdo Inverso
Tercer bloque (10 listas)	Recuerdo Inverso	Recuerdo Directo
Cuarto bloque (10 listas)	Recuerdo Inverso	Recuerdo Directo

Hallaron que el número de errores cometidos por los sujetos era menor cuando el último grupo de ítems presentado era el primero en ser recordado. Estos resultados parecen llevar a la conclusión de que la Etapa 1 de codificación individual no es simplemente un estado temprano de procesamiento, sino que actúa como "tope" de salida. Esto significa que el último grupo de ítems presentado resulta beneficiado porque éste grupo está, en el momento del recuerdo, en la Etapa 1, mientras que los primeros grupos de ítems ya han pasado a la Etapa 2.

Adicionalmente, los autores observaron que había un efecto principal significativo de la tasa de presentación de los ítems, el cual mostró que cuando los ítems eran presentados a una tasa lenta el nivel de recuerdo de los sujetos era mejor que cuando eran presentados con una tasa rápida.

Estos resultados ponen de manifiesto que, cuando el material a ser recordado se presenta visualmente, los sujetos tienen puntuaciones de recuerdo superiores cuando recuerdan en el orden inverso al de la presentación que cuando recuerdan en el mismo orden de la presentación. Esto es exactamente lo opuesto a lo hallado por Broadbent (1975) con presentación auditiva del material estímulo.

Este experimento fue repetido variándose no la modalidad de presentación de los estímulos, sino variándose la forma en que los sujetos debían expresar sus respuestas. En el primer experimento, los autores pidieron a los sujetos que dieran sus respuestas en forma escrita, pero en este segundo experimento se pedía a los sujetos que expresasen sus respuestas en forma verbal. Esto fue realizado para determinar si las diferencias en los resultados obtenidos por Broadbent, Cooper, Frankish y Broadbent (1980) y los obtenidos por Broadbent (1975) se debían realmente a la modalidad de presentación de los ítems a ser recordados, o si había influido la manera en que los sujetos debían dar sus respuestas.

Los resultados de este segundo experimento fueron exactamente los mismos que los obtenidos en el primer experimento, es decir, el nivel de recuerdo de los sujetos era superior cuando tenían que recordar el material estímulo en el orden inverso al de la presentación que cuando debían recordarlos en el mismo orden del de la presentación.

Queda claro que las diferencias entre los resultados hallados por Broadbent (1975) y Broadbent, Cooper, Frankish y Broadbent (1980, exp.: 1) se deben exclusivamente a la modalidad de presentación de los estímulos a recordar, y no a la similitud entre la modalidad de presentación y la forma que el sujeto debe dar las respuestas.

En términos de Broadbent (1975), el efecto de la modalidad de presentación de los estímulos puede explicarse ya que la Etapa 1 de procesamiento es un "tope" de salida en el caso de la presentación visual, pero es un estado temprano de procesamiento en el caso de la presentación auditiva. Sin embargo, se puede dar otra explicación alternativa centrada en las estrategias de resolución de la tarea adoptadas por los sujetos. Si la mayoría de las personas adoptaban la estrategia de recordar sólo seis ítems no había diferencias entre ambas modalidades de presentación, pero si ellas intentaban reproducir todos los grupos de ítems presentados, entonces el empeoramiento del recuerdo inverso era mayor para la presentación auditiva de los estímulos que para la visual.

CONCLUSIONES.

Analizando los resultados experimentales obtenidos por los distintos autores en relación a los efectos del ruido con niveles de intensidad moderados sobre el rendimiento de los sujetos en tareas que implican recuerdo a corto plazo de listas de palabras categorizadas podemos concluir lo siguiente:

A) Al igual que sucede con el rendimiento de los sujetos en tareas de recuerdo ordenado y recuerdo de la posición en la serie, la presencia de un ruido blanco con niveles de intensidad moderados no tiene efectos significativos sobre el rendimiento de las personas cuando este rendimiento es medido como número total de palabras recordadas en una tarea de recuerdo a corto plazo de listas de palabras categorizadas.

Estas observaciones coinciden plenamente con los resultados experimentales obtenidos por nosotros en una investigación sobre los efectos de sonidos habituales con niveles de intensidad moderados sobre el rendimiento de los sujetos en una tarea de recuerdo a corto plazo de listas de palabras categorizadas. Los detalles de esta investigación son discutidos en la segunda parte del presente trabajo.

B) En términos generales, las observaciones experimentales parecen indicar que la presencia de ruido blanco durante los períodos de tiempo en que las personas realizan una tarea de recuerdo de listas categorizadas sí afecta el nivel con el cual los individuos recuerdan el material verbal agrupado en función de la categoría a la que pertenecen. En este caso, el efecto del ruido parece ser perjudicial en el sentido de que hay una tendencia a que bajo condiciones de ruido blanco el nivel de agrupamiento de los sujetos sea menor que bajo condiciones de silencio.

No obstante, estos resultados experimentales dependen de varios factores extrínsecos a las características del ruido como estímulo ambiental. Entre estos factores están:

B.1.- Que la medida utilizada para dar cuenta del agrupamiento alcanzado por los sujetos sea o no independiente del número total de palabras recordadas por los sujetos.

B.2.- Que la naturaleza del material experimental se caracterice por presentar un agrupamiento entre palabras obvio o que, por el contrario, en dicho material el agrupamiento entre las palabras resulte menos obvio para los sujetos experimentales.

B.3.- Que las categorías incluidas en la lista de palabras a ser recordadas por los sujetos sean o no exhaustivas.

B.4.- Que el tamaño de las categorías incluidas en las listas estímulo sean de mayor o menor tamaño.

B.5.- Que el material estímulo sea presentado en forma auditiva o que, por el contrario, sea

presentado verbalmente.

Nosotros consideramos que otro factor que influye decisivamente en los resultados experimentales obtenidos en relación con los efectos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos es el tipo de estimulación acústica presentada. En este sentido, en las investigaciones reportadas hasta el momento se usaba como estimulación acústica un ruido blanco, a diferencia de esto, en nuestras investigaciones la estimulación acústica consistía en la presentación de sonidos familiares para los sujetos, sonidos estos que son habituales en condiciones normales de trabajo. Los resultados de estas investigaciones ponen de manifiesto que cuando las personas trabajan bajo condiciones de sonidos habituales, estas condiciones no afectan el nivel de rendimiento de los sujetos en tareas que implican recuerdo de listas de palabras categorizadas.

Por otra parte, y analizando los resultados experimentales obtenidos en relación con los efectos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en tareas que implican **recuerdo o reconocimiento de ejemplos de categorías**, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

A) En general, los sujetos recuerdan un mayor número de ejemplos de categorías cuando el material estímulo incita a la producción de ejemplos dominantes que cuando este material incita la producción de ejemplos no dominantes de la categoría. Así mismo, los sujetos cometen un mayor número de errores cuando trabajan con ejemplos dominantes que cuando trabajan con ejemplos no dominantes de la categoría.

El hecho de que el ruido blanco aumente el efecto de la dominancia en algunos sujetos pero no en otros evidencia que este tipo de estimulación no provoca cambios uniformes en los parámetros fundamentales del proceso de recuperación de la información.

B) La presencia de un ruido blanco con niveles de intensidad moderados durante la realización de una tarea de recuerdo de ejemplos de categorías por parte de personas que tienen experiencia previa en este tipo de tareas provoca un detrimento en el número de ejemplos no dominantes de la categoría recordados, pero no influye en el número de ejemplos dominantes de la categoría recordados correctamente. No obstante, estos resultados son diferentes si las personas que realizan la tarea de recuerdo de ejemplos de categorías no tienen experiencia previa con este tipo de tareas. En general, los resultados no permiten apoyar la idea de que la presencia del ruido blanco provoca en todos los casos un deterioro en el rendimiento de los sujetos en tareas de recuerdo de ejemplos de categorías.

C) El efecto del ruido sobre el rendimiento de las personas en tareas de recuerdo de ejemplos de categorías parece centrarse en el hecho de que dicha estimulación

incide sobre la estrategia de recuperación de información usada por los sujetos. La presencia de ruido blanco parece afectar haciendo que los sujetos utilicen su estrategia de recuperación prioritaria durante un período de tiempo mayor.

D) Finalmente, los resultados experimentales muestran que la presencia de un ruido blanco con niveles de intensidad moderados no afecta significativamente el rendimiento de los sujetos en tareas que implican reconocimiento de ejemplos de categorías.

3.- EFECTOS DEL RUIDO SOBRE EL RENDIMIENTO EN TAREAS VISUALES.

3.1.- FIGURAS ENMASCARADAS.

En 1980, Smith y Broadbent realizaron una serie de experimentos en los cuales se evaluaban los efectos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en una tarea de figuras enmascaradas compuesta por rasgos relevantes e irrelevantes. El interés de los autores en este punto surge con Broadbent (1971) al proponer que uno de los efectos del ruido es el de producir un incremento en la probabilidad de muestrear información a partir de fuentes dominantes. Este efecto se había observado en situaciones de tareas duales y en aquellas en donde había un conflicto entre estímulos relevantes e irrelevantes (test de Stroop). Sin embargo, usando tareas de monitoreo y localización, Forster y Grierson, 1978; y Loeb y Jones, 1978 (cfs: Smith y Broadbent, 1980) no observaron este efecto.

En un primer experimento, los autores pidieron a los sujetos experimentales que realizaran la tarea de figuras enmascaradas bajo condiciones de ruido (Ruido continuo con nivel de intensidad de 85 dBC) y bajo condiciones de silencio (Ruido continuo con 55 dBC de intensidad). La mitad de los sujetos recibió las condiciones de sonido en el orden silencio-ruido y la otra mitad las recibió en el orden inverso. Las dos condiciones de sonido fueron presentadas en dos sesiones experimentales diferentes con un intervalo entre sesiones de una semana. La tarea de figuras enmascaradas usada en este experimento constaba de cinco figuras simples impresas en la parte superior de una hoja y rotuladas de la A a la E; más abajo, en la misma hoja, aparecía un grupo de figuras complejas, sobre cada una de estas figuras aparecía una letra que denotaba qué figura simple se hallaba dentro de la compleja. La tarea de los sujetos era, por tanto, encontrar las figuras simples indicadas dentro de cada uno de los patrones complejos en un período de tiempo de ocho minutos.

Los resultados de este experimento indicaron que el número medio de figuras completadas por los sujetos experimentales bajo la condición de ruido (8,40) no difería significativamente del número medio completado en la condición de silencio (8,45). En este experimento, el único efecto significativo fue el de la práctica en la tarea, observándose que los sujetos completaban un mayor número de figuras en la segunda sesión experimental que en la primera (Número medio de figuras completadas: Primera sesión: 7,30; Segunda sesión:

9,55), pero las condiciones de sonido no interactuaban con este efecto de la práctica en la tarea.

Es importante ver hasta que punto estos resultados son generalizables aún cuando varíen los detalles de la tarea. Smith y Broadbent (1980) realizaron un segundo experimento en el que modificaron ciertos aspectos de la tarea como fue el no dar información acerca de qué figura simple se hallaba dentro del patrón complejo. Esta versión de la tarea de figuras enmascaradas es más difícil que la versión usada en el experimento anterior.

Al igual que en el primer experimento, el efecto del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en esta nueva versión de la tarea no fue estadísticamente significativa (Número medio de figuras completadas: Silencio: 3,84; Ruido: 4,00). Nuevamente, el único efecto significativo fue el de la práctica, observándose que el número medio de figuras completadas era mayor en la segunda sesión que en la primera (Número medio de figuras completadas: Primera sesión: 3,31; Segunda sesión: 4,53). Pero, no había interacción entre las condiciones de sonido y la práctica en la tarea.

La conclusión principal a la que llegaron los autores es que no se puede asumir que el efecto del ruido es siempre beneficioso cuando la tarea implica selección de información relevante. Los resultados de estos dos experimentos no permiten apoyar la explicación de los efectos del ruido en términos de cambios en la utilización de las claves de recuperación en favor de un mayor uso de las claves relevantes a expensas de las menos relevantes. Tampoco permiten apoyar la explicación basada en que el ruido provoca sesgos en la dirección de la atención hacia los rasgos más sobresalientes de la tarea. Nuevamente, los autores consideran que los efectos observados del ruido sobre el rendimiento de las personas dependen del tipo de tarea que el individuo deba realizar.

3.2.- FORMAS GLOBALES Y DETALLES.

Smith (1985 a) analizó los efectos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en una tarea visual que implica el procesamiento de formas globales y de detalles. La tarea utilizada por Smith (1985 a) fue muy similar a la usada en una investigación de Navon (1977), que consistía en una serie de letras grandes constituidas por otras más pequeñas. En el experimento desarrollado por Navon (1977), se pedía a los sujetos que respondieran al estímulo presentado indicando el nombre de la letra grande. Este autor observó que los resultados de los sujetos en la tarea eran susceptibles a la interferencia creada por las letras grandes (nivel global), pero no por las pequeñas (nivel local).

Otros autores han hallado que la superioridad de los efectos a nivel global dependen de una serie de factores, como

son: la diferencia entre el ángulo visual y la ubicación del patrón global (Kinchla y Wolfe, 1979), la cantidad de detalles sobre los cuales se elabora el rasgo global (Martin, 1979), etc.. En este sentido, Navon y Norman (1983 cp: Smith, 1985 a) realizaron un experimento para determinar si la superioridad global dependía de factores sensoriales, de factores atencionales, o de ambos. Sus resultados sugieren que la superioridad global es, en principio, sensorial, aún cuando no se descarta la intervención de factores atencionales.

Broadbent y Broadbent (1977) investigaron los efectos de la forma global y los detalles sobre la percepción de palabras comunes y raras, y sobre la percepción de palabras neutras y displacenteras. Sus resultados indicaron que los sujetos obtienen información sobre las palabras partiendo de la forma global de las mismas más que de sus detalles, lo que no significa que un tipo de información sea predominante sobre el otro tipo de información. En este sentido, Broadbent (1982) concluyó que las personas pueden dirigir selectivamente la atención hacia los rasgos globales o hacia los detalles.

Evidentemente, es de gran importancia determinar los factores que alteran el "focus" de selectividad. Según Broadbent (1971), un alto nivel de activación general como el que puede ser producido por la presencia del ruido, aumenta la probabilidad de que el sujeto muestree información a partir de las fuentes dominantes a expensas de las no dominantes, y estudios desarrollados por Smith (1982) y Smith y Broadbent (1982) han puesto de manifiesto que el ruido influye selectivamente, tanto en la atención, como en la memoria.

El objetivo de Smith (1985 a) fue evaluar los efectos del ruido sobre el procesamiento de rasgos globales y locales. Para ello presentó a los sujetos varias listas que incluían cuatro letras compuestas y pidió a los sujetos que recordaran, en orden, tanto las letras grandes como las pequeñas. En algunas ocasiones, los sujetos debían recordar las letras en el orden grande-pequeña y en otras las debían recordar en el orden pequeña-grande. Cada uno de los sujetos experimentales fue evaluado bajo dos condiciones de sonido:

- A) Silencio, definida como la presencia de un ruido continuo de campo libre con un nivel de intensidad de 60 dBC.
- B) Ruido, definida como la presencia de un ruido continuo de campo libre con un nivel de intensidad de 85 dBC.

Las dos condiciones de sonido fueron presentadas en sesiones experimentales diferentes con un intervalo de tiempo entre sesiones de una semana. Los sujetos recibían las condiciones, bien en el orden silencio-ruido, o bien en el orden inverso. En este experimento las dimensiones de la letra grande fueron 155 mm. de alto y 130 mm. de ancho y las de la letra pequeña fueron 2 mm. de alto y 17 mm. de ancho. La duración de cada estímulo fue de un segundo, con un intervalo entre estímulos de 500 mseg..

El análisis de los datos obtenidos en este experimento puso de manifiesto que había un efecto principal significativo de la posición en la serie, el cual mostró un fuerte efecto de primacia y un ligero efecto de recencia. Así mismo, también fue significativo el efecto principal del orden en que los sujetos debían recordar las letras, observándose que el recuerdo de los sujetos era mejor para la primera letra que debían recordar (grande o pequeña) que para la segunda.

El hallazgo más interesante de este experimento fue que hubo una interacción significativa entre las condiciones de sonido y el tamaño de la letra. Esta interacción reflejó que, con ruido, los sujetos recordaban mejor las letras pequeñas que las grandes, pero, en silencio, eran mejor recordadas las letras grandes que las pequeñas. El efecto del ruido sobre el recuerdo de las letras pequeñas fue mayor cuando éstas eran las letras que las personas debían recordar primero, es decir, en el orden pequeña-grande. Así mismo, el sesgo a favor del recuerdo de las letras grandes en la condición de silencio fue mayor cuando eran las letras grandes las que el sujeto debía recordar primero (orden: grande-pequeña). Estos resultados se muestran en la tabla 13.

SILENCIO

Orden de Recuerdo	LETRAS GRANDES				LETRAS PEQUEÑAS			
	Posición Serial				Posición Serial			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Grande/Pequeña	53,3	41,7	35,0	46,7	35,0	18,3	21,7	23,3
Pequeña/Grande	33,3	40,0	21,6	18,3	41,7	20,0	16,7	33,3

RUIDO

Orden de Recuerdo	LETRAS GRANDES				LETRAS PEQUEÑAS			
	Posición Serial				Posición Serial			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Grande/Pequeña	44,6	27,6	21,5	46,2	53,8	32,3	26,2	35,4
Pequeña/Grande	35,4	29,2	20,0	24,6	60,0	49,2	43,1	49,2

TABLA 13: Porcentaje de recuerdo en las distintas condiciones del experimento 1.

Los resultados evidencian que el ruido influye selectivamente en la atención y en la memoria. No obstante, Smith (1982) mostró que la parte específica de la tarea que mejora con ruido puede estar determinada por una gran variedad

de parámetros distintos de la tarea, uno de los cuales puede ser el tamaño del estímulo compuesto presentado a los sujetos experimentales.

Smith (1985 a) en su segundo experimento, varió el tamaño del estímulo compuesto presentado, con objeto de ver hasta qué punto lo hallado en este caso coincidía o no con los resultados obtenidos en el experimento anterior. En este segundo experimento, el tamaño de la letra grande era de 77 mm. de alto y 65 mm. de ancho, y el de la letra pequeña era de 10 mm. de alto y 8 mm. de ancho.

Bajo estas nuevas condiciones experimentales, el autor observó que las letras grandes eran recordadas correctamente en mayor cuantía que las pequeñas. Nuevamente, al igual que en el experimento 1, hubo una interacción significativa entre condiciones de sonido y tamaño de la letra. Esta interacción iba en la misma dirección que la hallada en el experimento anterior, es decir, con ruido, el recuerdo de la letra grande era menor que el de la pequeña. Pero, a diferencia del primer experimento, el recuerdo de las letras pequeñas era sólo marginalmente superior con ruido que con silencio. Así mismo, los resultados mostraron que los efectos principales de la posición en la serie y del orden en que debían ser recordadas las letras eran significativos.

En general, Smith (1985 a) concluyó que cuando las personas deben recordar los rasgos globales y los detalles de un estímulo compuesto, el ruido facilita el recuerdo de los detalles a expensas de la forma global, influyendo en el "focus" de atención. No obstante, el efecto varía cuando se modifica el tamaño del estímulo compuesto. De acuerdo con el autor, es probable que la presencia de ruido afecte al proceso de codificación inicial (percepción) de las formas globales y de los detalles de los estímulos compuestos puesto que sus efectos varían dependiendo de los cambios en las propiedades visuales del estímulo. Pero, los presentes resultados también pueden reflejar que los efectos del ruido tienen lugar sobre el repaso del material estímulo, ya que sus efectos varían dependiendo del orden en que los sujetos deban recordar las letras grandes y pequeñas.

3.3.- TAREAS DE VIGILANCIA.

Otro tipo de tareas consideradas generalmente como visuales y, frecuentemente, usadas en las investigaciones sobre los efectos del ruido en el rendimiento de los sujetos son las tareas de vigilancia.

Los efectos del ruido sobre el rendimiento en este tipo de tareas son complejos puesto que los resultados experimentales son, en muchos casos, contradictorios. Broadbent (1979) sugirió que las condiciones para observar un efecto dañino del ruido son: a) que el nivel de presión sonora sea superior a los 95 dB, b) que las señales sean difíciles de

ver para el sujeto, c) que la situación experimental no estimule la precaución por parte de los sujetos experimentales, d) que la cantidad de tiempo que el sujeto debe estar observando los estímulos sea larga.

Como ya se ha comentado antes, el nivel del ruido propuesto por Broadbent (1979) es excesivamente alto, puesto que los resultados muestran que la presencia de ruido puede tener efectos perjudiciales sobre el rendimiento de las personas aún cuando el ruido presente niveles más bajos. La sugerencia de Poulton (1976) de que el lenguaje interno o repaso subvocal puede verse enmascarado por la presencia de ruido podría explicar las observaciones de algunos autores de que el ruido con niveles moderados de intensidad provoca deterioros en el rendimiento de los sujetos en tareas no verbales; pero, como se verá en el capítulo II, esta postura teórica no ha recibido todo el apoyo experimental necesario para ser aceptada.

Una tarea de vigilancia que también implica el monitoreo de dígitos es la desarrollada por Bakan (1963). En esta tarea se le presenta al sujeto una serie de dígitos y él debe identificar una secuencia particular como, por ejemplo, una serie de números impares sucesivos todos distintos. Al parecer, la tarea creada por Bakan (1963) implica el repaso subvocal del material presentado.

Jones, Smith y Broadbent (1979), realizaron un grupo de experimentos en los cuales evaluaban los efectos de intensidades moderadas de ruido sobre el rendimiento de los sujetos en una versión visual de la tarea de vigilancia de Bakan (1963).

En su primer experimento, los sujetos debían detectar una señal definida como la ocurrencia de tres dígitos impares sucesivos diferentes (Ej: 759). En este experimento había 12 señales en una secuencia de 1.210 dígitos, que aparecían a los 95, 170, 305, 330, 550, y 600 segundos de cada uno de los dos segmentos en que fue dividida la secuencia de dígitos. Los sujetos realizaban la tarea de detección de señales en condiciones de ruido y de silencio en una sola sesión experimental. El nivel de ruido continuo de campo libre en la condición de ruido era de 85 dBC, y en la de silencio era de 55 dBC. La mitad de los sujetos recibió las condiciones de sonido en el orden silencio-ruido y la otra mitad las recibió en el orden inverso.

El análisis de los datos mostró que el número de errores por omisión cometidos por los sujetos era mayor cuando trabajaban bajo la condición de ruido, pero se contabilizaron más errores por comisión en la condición de silencio (Número de errores por omisión: Silencio: 0,86; Ruido: 2,07. Número de errores por comisión: Silencio: 2,29; Ruido: 1,57). Adicionalmente, los autores habían pedido a los sujetos que indicaran, en una escala de cinco puntos, la frecuencia de pérdida de concentración durante la realización de la tarea, observándose que esta tasa era significativamente más alta en la condición de ruido que en la de silencio.

El análisis detallado de estos resultados mostró que podían deberse a las características particulares de la secuencia de estímulos utilizados, ya que todos los errores por comisión se produjeron por la presencia de dígitos repetidos que podían ser la señal si el sujeto no se percataba de que estaban repetidos (Ej: 5337). Una sugerencia plausible es que, con ruido, los sujetos detectan mejor estas repeticiones que cuando están en silencio, probablemente, a causa del cambio en el nivel de activación general del sujetos provocado por la presencia del ruido. Esto podría explicar el aumento de los errores por omisión con ruido, ya que bajo esta condición ambiental habría mayores precauciones por parte de los sujetos.

En un segundo experimento, Jones, Smith y Broadbent (1979) intentaron replicar estos resultados con la única diferencia de que, en este caso, los sujetos recibían las condiciones de ruido y de silencio con un intervalo de tiempo de una semana, pero a la misma hora del día.

De nuevo, los resultados globales de este experimento mostraron un incremento del número de errores por omisión cometidos por los sujetos bajo la condición de ruido. Parece así que los efectos del ruido en los errores por omisión tienen alguna generalidad. Pero, en este segundo experimento, no hubo un efecto significativo del ruido sobre el número de errores por comisión, lo cual sugiere que el efecto del ruido sobre el número de errores por comisión depende de los detalles específicos del experimento (Número de errores por omisión: Silencio: 0,25; Ruido: 0,81. Número de errores por comisión: Silencio: 1,44; Ruido: 2,19).

En este experimento, el 75% de los sujetos experimentales afirmó que ellos se decían a sí mismos los números presentados, pero sólo uno de ellos afirmó que la presencia de ruido interfería con esta estrategia de trabajo. Así mismo, el 75% de los sujetos afirmó que su nivel de rendimiento era superior cuando trabajaban bajo condiciones de silencio que cuando lo hacían bajo la condición de ruido. Estos resultados confirman la hipótesis de que las personas usan como estrategia el repaso subvocal. Cualquier reducción en la efectividad de esta estrategia (Poulton, 1976) o aumento (Broadbent, 1978) puede interferir en la detección correcta de las señales, y se podría esperar que hubiese una interacción entre condiciones de sonido y dificultad de los sujetos para codificar una señal particular.

En otro experimento, los autores segmentaron la serie de dígitos en grupos de tres, de forma tal que fuera fácil articular un grupo de dígitos juntos y detectar los blancos que coincidiesen con dicho grupo; por el contrario, cuando el blanco era presentado entre dos grupos de dígitos sería menos probable que los dígitos del mismo fuesen articulados juntos.

Jones, Smith y Broadbent (1979) plantearon que si el uso del repaso subvocal se ve reducido por la presencia del ruido, tal y como propone Poulton (1976), se esperaría un gran deterioro en la detección de los blancos que coincidiesen con

los grupos. Si, por otra parte, el repaso subvocal se ve incrementado por la presencia del ruido, tal y como propone Broadbent (1978), se esperaría que los blancos que coinciden con los grupos se vieran menos afectados que los blancos que no coinciden con los grupos.

En este experimento, las señales o blancos presentadas a los sujetos y definidas como una secuencia impar-par-impar, fueron de dos tipos:

- A) Señales intragrupo, por ejemplo: 779 749 683.
- B) Señales intergrupo, las cuales podían ser, a su vez de dos tipos:
 - B.1.- Tempranas, por ejemplo: 779 457 683.
 - B.2.- Tardías, por ejemplo: 779 574 968.

La secuencia de dígitos fue dividida en dos mitades, cada una de las cuales contenía 10 señales intragrupo y 10 señales intergrupo (cinco tempranas y cinco tardías). Los sujetos experimentales realizaron la tarea bajo dos condiciones de sonido: ruido (nivel de intensidad: 80 dBC) y silencio (nivel de intensidad: 55 dBC) presentadas con un intervalo de tiempo de una semana.

Se halló que, en cuanto al número medio de errores por omisión, los sujetos erraban más cuando las señales eran intergrupo que cuando eran intragrupo, lo que pone de manifiesto que las señales intragrupo son más fáciles de detectar que las señales intergrupo. El efecto de las condiciones de sonido sobre el número de detecciones correctas no llegó a ser significativo (Ver tabla 14). En cuanto a los errores por comisión, tampoco hubo un efecto significativo de las condiciones de sonido, aún cuando, numéricamente, el número de errores por comisión fuese mayor en silencio que bajo la condición de ruido (Número de errores por comisión: Silencio: 3,06; Ruido: 2,17).

	SEÑAL INTRAGRUPO	SEÑAL INTERGRUPO	
		TEMPRANA	TARDIA
SILENCIO	2,83	2,78	2,44
RUIDO	3,06	2,89	2,50

TABLA 14: Número promedio de errores por omisión dependiendo del tipo de señal presentada y de las condiciones de sonido.

Los resultados de este experimento confirmaron que los sujetos reconocen menos señales con ruido, lo cual concuerda con los resultados hallados por Smith y Miles (1986) en sus investigaciones sobre efectos del ruido, trabajo nocturno y comida sobre el rendimiento en la versión visual de la tarea de Bakan (1963); pero, no hubo interacción entre las condiciones de sonido y los errores por comisión u omisión.

Sin embargo, hay que hacer notar que en este tercer experimento, la tasa promedio de eventos fue menor que en los experimentos previos, el nivel de intensidad del ruido fue menor, el número de señales fue mayor, y las señales fueron distintas. Los dos primeros cambios experimentales, probablemente, reducen los efectos del ruido.

En un cuarto experimento, los autores usaron la misma tasa de eventos (un dígito por segundo) y el mismo nivel de intensidad en la condición de ruido (85 dBC) que en los dos primeros, observándose que, nuevamente, las señales intergrupo eran más difíciles de detectar que las intragrupo. Analizando en número de detecciones correctas, se halló un efecto principal significativo del tipo de señal y una interacción condiciones de sonido por orden del tratamiento de ruido, la cual reflejó que los sujetos que recibían las condiciones de ruido en el orden ruido-silencio rendían peor que los que las recibían en el orden inverso. El análisis de los resultados puso de manifiesto que los efectos principales de las condiciones de sonido y del tipo de señal eran significativos, pero que la interacción entre ruido y tipo de señal no fue significativa. El análisis de los errores por comisión mostró que las diferencias entre ruido y silencio no eran significativas.

En general, los resultados de estos experimentos no aportan evidencia en cuanto que haya un incremento o decremento en el uso del lenguaje subvocal en condiciones de ruido. Parece más bien que el efecto del ruido se centra en un cambio complejo en la estrategia utilizada por la persona para realizar la tarea.

3.4.- TAREAS DE REACCION SERIAL.

Muchos de los resultados experimentales obtenidos en relación con los efectos del ruido sobre el rendimiento han evidenciado que, cuando las personas desarrollan un trabajo continuado, la presencia de ruido con altos niveles de intensidad provoca bajas momentáneas en la eficacia de los sujetos, o lo que se podría denominar "lapsus" momentáneos.

La mayoría de estas investigaciones se han desarrollado utilizando como tarea las pruebas de reacción serial de cinco elecciones. En este tipo de pruebas, se presentan en una pantalla cinco luces ordenadas en un pentágono, cuando una de las luces se enciende el sujeto debe presionar el botón correspondiente y su respuesta provoca el encendido de la luz siguiente. Los datos de rendimiento habitualmente registrados hacen referencia al número de respuestas correctas, al número de errores, y al número de respuestas que si bien son correctas han requerido el empleo de un tiempo superior a uno previamente especificado (gaps).

El patrón general de los efectos del ruido sobre el rendimiento en estas pruebas es que la presencia del ruido

provoca incrementos en el número de errores y/o en el número de gaps, pero que no afecta significativamente al número de respuestas correctas emitidas por los sujetos (Hartley, 1974 exp.: 1). Al parecer la obtención de este patrón de resultados depende de que los sujetos estén sometidos a la condición de ruido durante un período de tiempo más o menos largo, y que el nivel de intensidad de dicho ruido sea alto (superior o igual a 95 dBC).

Smith (1985 c) investigó hasta qué punto el ruido con niveles de intensidad moderados influye en el rendimiento de los sujetos en una tarea que involucra fundamentalmente información sensorial. La tarea utilizada por el autor fue la de reacción serial de tres elecciones. En base a los resultados previamente obtenidos, el autor predijo que la presencia de un ruido de 85 dBC de intensidad podría no tener efectos significativos sobre el número de errores cometidos por los sujetos en la tarea de reacción serial, ni en el número de gaps.

Adicionalmente, el autor evaluó la propuesta de Broadbent (1971) según la cual el ruido incrementa la probabilidad de que las personas muestreen la información de las fuentes dominantes y que, por tanto, los efectos del ruido pueden ser entendidos como cambios en la selectividad de la atención. En este sentido, Smith (1985 c) manipuló la probabilidad de ocurrencia de las luces presentadas a los sujetos, haciendo que una de ellas tuviese una mayor frecuencia de aparición que las dos restantes. El autor predijo que si el ruido provoca una selectividad de la atención en el sentido indicado por Broadbent (1971), entonces los sujetos presentarían reacciones más rápidas frente a la luz cuya probabilidad de ocurrencia era mayor cuando se hallaban en la condición de ruido.

Todos los sujetos experimentales realizaron la tarea de reacción serial de tres elecciones en dos sesiones separadas por un intervalo de una semana, tanto en una condición de ruido (Ruido continuo de campo libre con nivel de intensidad de 85 dBC), como en una de silencio (Ruido continuo de campo libre con nivel de intensidad de 60 dBC). La mitad de los sujetos recibieron las condiciones de sonido en el orden silencio-ruido y la otra mitad las recibió en el orden ruido-silencio.

En cada sesión, y después de un período de práctica en silencio, los sujetos realizaban tres bloques de 480 ensayos. En los bloques 1 y 3, los sujetos recibieron 160 presentaciones de cada una de las luces, pero en el bloque 2 una de las luces fue presentada 240 veces, mientras que las otras dos eran presentadas 120 veces cada una. Las tres luces estaban siempre ubicadas en la parte superior de un pentágono regular. En el segundo bloque, algunos de los sujetos se enfrentaron con que la luz central era la más probable, mientras que para otros la luz más probable era una de las periféricas. Se registraron tres medidas del rendimiento, a saber: el tiempo de reacción promedio para las respuestas correctas, el número de errores, y el número de gaps.

En cuanto al tiempo de reacción promedio para las respuestas correctas, los resultados mostraron que no hubo un efecto principal significativo de las condiciones de sonido sobre la latencia de respuesta de los sujetos (Tiempo de reacción promedio: Silencio: 609 mseg.; Ruido: 607 mseg.). Sin embargo, hubo otros efectos significativos, por ejemplo: el rendimiento de los sujetos experimentales mejoró con la práctica en la tarea, lo que muestra un efecto principal significativo de los bloques.

En el bloque 2, en general, el tiempo de reacción frente a la luz altamente probable fue significativamente más corto que el invertido por los sujetos en responder a las luces menos probables. En cuanto a los efectos del ruido y su relación con la probabilidad de ocurrencia de los estímulos, los resultados mostraron que los sujetos que trabajaban con ruido en el segundo bloque respondían con mayor rapidez a la luz con alta probabilidad de ocurrencia que cuando trabajaban en silencio; pero, cuando se enfrentaban a las luces de menor probabilidad, los sujetos bajo la condición de ruido eran más lentos que cuando las recibían en silencio.

Haciendo referencia al número de errores cometidos por los sujetos, los resultados confirmaron la predicción hecha por el autor, según la cual la condición de ruido no afecta significativamente al número de errores cometidos por los sujetos cuando realizan tareas de reacción serial. En este tipo de respuestas, el único efecto significativo reflejó que en el bloque 2, el número de falsas alarmas aumentaba para la luz que tenía una alta probabilidad de ocurrencia.

Finalmente, y en cuanto al número de gaps, se observó que cuando los sujetos trabajaban con ruido había una reducción en el número de gaps que cometían. Este resultado no coincide con lo anteriormente predicho por el autor.

En general, los resultados de este experimento parecen apoyar la postura teórica según la cual la presencia de un ruido de intensidad moderada influye en la selectividad de la atención, aún cuando la tarea realizada no involucre material verbal. Así mismo, confirman parcialmente el hecho observado por otros autores (Hartley, 1974 exp.: 1) relativos a que para que el ruido afecte negativamente al rendimiento de los sujetos en la tarea de reacción serial, este estímulo debe presentar un nivel de intensidad relativamente alto, ya que los datos mostraron que con ruidos de intensidad moderada no se observaban cambios significativos ni en el tiempo de reacción de los sujetos, ni en el número de errores cometidos.

CONCLUSIONES.

Tomando en conjunto los resultados experimentales obtenidos en relación con los efectos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en tareas fundamentalmente visuales, se observa que el ruido con niveles de intensidad moderados sí afecta al rendimiento de los sujetos. Este efecto del ruido, no obstante, no aparece con todos los tipos de tareas visuales posibles, ni siempre implica un deterioro del rendimiento, lo que concuerda con los resultados experimentales obtenidos cuando las personas realizan tareas de índole esencialmente verbal. Específicamente, se puede concluir que:

A) Cuando la tarea desarrollada por los sujetos experimentales consiste en la detección de formas simples dentro de un patrón complejo (figuras enmascaradas), la presencia de ruido con niveles de intensidad moderados en el momento de realización de la tarea no tiene efecto alguno sobre el nivel de rendimiento alcanzado por los sujetos. Esta ausencia de efectos del ruido sobre este tipo de tareas parece ser generalizable aún en los casos en que los sujetos realizan una versión más difícil de dicha tarea.

B) cuando los sujetos llevan a cabo una tarea de detección de formas globales y detalles, como puede ser la tarea desarrollada por Navon (1977), la presencia de ruido con niveles moderados de intensidad tiene efectos benéficos sobre la detección y el posterior recuerdo por parte de los sujetos de los detalles, a expensas de los rasgos más globales de una configuración. Así, cuando los sujetos trabajan bajo condiciones de ruido y realizan este tipo de tareas recuerdan mejor las letras pequeñas que las grandes, pero cuando están bajo condiciones de silencio recuerdan mejor las letras grandes que las pequeñas.

Este efecto del ruido en favor de los detalles depende de algunos aspectos específicos de la tarea, como son: el orden en que los sujetos deben recordar ambos tipos de letras (grandes y pequeñas), y el tamaño de las letras estímulo presentadas. En este sentido, el efecto de trabajar bajo condiciones de ruido sobre el recuerdo de las letras pequeñas es mayor cuando la persona tiene que recordar en primer lugar la letra pequeña y luego la grande. Así mismo, el efecto de trabajar bajo condiciones de silencio sobre el recuerdo de las letras grandes es mayor cuando la persona tiene que recordar primero la letra grande y luego la pequeña. Por otra parte, y en relación a la influencia del tamaño de la letra estímulo, los resultados indican que cuando las personas se enfrentan a configuraciones más pequeñas la dirección del efecto del ruido es la misma que cuando trabajan con configuraciones más grandes, es decir, la presencia del ruido crea sesgos en la atención hacia las letras pequeñas (detalles) a expensas de las grandes (formas globales). Pero, en este caso, las diferencias

entre el nivel de recuerdo de las letras pequeñas bajo condiciones de ruido y bajo condiciones de silencio son menores que cuando la persona se enfrenta con configuraciones más grandes.

C) Cuando la tarea desarrollada por los sujetos experimentales consiste en la detección de señales conformadas por secuencias particulares de dígitos, la presencia del ruido provoca en general una disminución en el número de señales correctamente detectadas por parte de los sujetos. No obstante, el ruido influye diferencialmente sobre el número de errores por omisión y sobre el número de errores por comisión. En general, la presencia de ruido cuando la persona realiza tareas similares a la de Bakan (1963) hace que el sujeto cometa un mayor número de errores por omisión. Este efecto del ruido sobre el número de errores por omisión parece ser independiente de los detalles específicos de la tarea. En contraposición, la presencia de ruido hace que los sujetos cometan menos errores por comisión, pero este efecto depende de las características de las señales que se deban detectar y del tiempo que transcurra entre la presentación de las condiciones de sonido. Al parecer, cuando los individuos deben detectar señales, la presencia de un ruido con intensidad moderada hace que las personas estén más atentas a los detalles de la señal que deben detectar, es decir, tienen mayores precauciones frente a secuencias que podrían constituir la señal correcta excepto por pequeños detalles. Esta mayor atención a los detalles hace que los sujetos cometan más errores por omisión pero que disminuya el número de errores por comisión, o sea, detectan menos señales pero lo hacen con más exactitud.

D) Finalmente, cuando la tarea que deben realizar los sujetos es una tarea de reacción serial donde la persona debe responder frente a distintas luces que se encienden en una pantalla, la presencia de un ruido con nivel de intensidad moderado no afecta al tiempo de reacción requerido por los sujetos para emitir las respuestas correctas y tampoco influye sobre el número de errores cometidos. Sin embargo, los efectos del ruido sobre el rendimiento en este tipo de tareas varían dependiendo de la probabilidad de ocurrencia de cada una de las luces estímulo. En este sentido, cuando la persona trabaja bajo condiciones de ruido responde más rápidamente a aquellas señales que tienen una mayor probabilidad de ocurrencia, pero responde más lentamente frente a las señales de menor probabilidad.

Cuando las personas realizan este tipo de tarea el rendimiento sólo se ve afectado negativamente por la presencia de ruidos con altos niveles de intensidad y de larga duración. De acuerdo con Hartley (1974), el efecto adverso del ruido continuo con altos niveles de intensidad al comienzo de la exposición se debe al alto nivel de activación del sujeto generado por el ruido, pero cualquier decremento posterior en el nivel de rendimiento puede deberse a la monotonía que acompaña a

las largas exposiciones al ruido continuo. Si esto es realmente así, entonces la presentación de un ruido intermitente de igual intensidad reducirá la última parte del efecto adverso del ruido continuo puesto que este tipo de ruido rompe con la monotonía, y el uso de protectores auditivos por parte de los sujetos sería beneficioso sólo al comienzo de la exposición al ruido puesto que los protectores atenúan el efecto de las altas intensidades del ruido (Esta hipótesis se analiza con detalle en el apartado 6 del presente capítulo).

4.- EFECTOS DEL RUIDO SOBRE EL RENDIMIENTO EN EL TEST DE STROOP.

Mucha de la evidencia aportada en favor de la propuesta de Broadbent (1971) de que el ruido incrementa la probabilidad de muestrear información hacia fuentes dominantes a expensas de las no dominantes está basada en los efectos observados del ruido sobre el rendimiento de las personas en el test de Stroop. Este test proporciona un índice de la interferencia como medida de un conflicto entre respuestas relevantes e irrelevantes que compiten entre sí.

La realización del test de Stroop consiste, básicamente, en que los sujetos deben decir el color de la pintura con la cual está pintado el nombre de un color. En una de las condiciones de la prueba, los sujetos deben indicar el color de la pintura con la que está pintado el nombre de un color incongruente (Ej: la palabra *rojo* se presentada pintada en azul, y los sujetos deben responder azul), y en la otra condición los sujetos deben indicar el color de la pintura con la que está pintado el nombre de un color congruente (Ej: la palabra *rojo* se presenta pintada en rojo, y los sujetos deben responder rojo).

El rendimiento de los sujetos en esta tarea, generalmente, muestra que la presencia del nombre de un color incongruente con la pintura produce una interferencia y que, en esta condición de la tarea, los sujetos son más lentos que cuando simplemente deben nombrar el color de la pintura pero no hay ningún nombre de color incongruente.

Autores como Houston y Jones (1967) y Houston (1969) han observado que la presencia del ruido reduce la cantidad de interferencia creada por las palabras incongruentes y este resultado es interpretado en términos de que el ruido causa un incremento en la selectividad de la atención. Efectos similares han sido hallados usando otro tipo de variables que, teóricamente, también alteran el estado general de activación del sujetos, como son: la hora del día, la ansiedad, la tensión muscular, etc..

En 1974, Hartley y Adams realizaron varios experimentos en los cuales evaluaban los efectos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en distintas versiones del test de Stroop, analizando el efecto de variables tales como: el tiempo de duración de la exposición al ruido. Estos autores esperaban que si el proceso de filtrar información se ve afectado por el nivel de activación general inducido por la presencia del ruido, el rendimiento de los sujetos en el test de Stroop mostrara un deterioro bajo condiciones de ruido, y

que este deterioro aumentara con las exposiciones largas al ruido.

La versión del Stroop usada en un primer experimento constó de dos paquetes de 100 tarjetas, uno llamado experimental (E) y el otro denominado control (C). En el primer paquete (E), las tarjetas estaban conformadas por cinco nombres de colores (rojo, azul, verde, violeta y negro) pintados en cinco colores distintos, de forma tal que ningún nombre de color estaba pintado del color que indicaba el nombre. En el segundo paquete (C), las tarjetas mostraban cinco palabras pintadas en cualquiera de los cinco colores usados en el paquete experimental. La tarea de los sujetos era dividir cada uno de los paquetes en cinco grupos, cada uno de los cuales debía corresponder a cada uno de los cinco colores utilizados. Todos los sujetos experimentales fueron evaluados en condiciones de ruido (100 dBC de intensidad) y en condiciones de silencio (70 dBC de intensidad), en sesiones experimentales diferentes pero a la misma hora del día. Cada sujeto clasificó tanto el paquete de tarjetas experimental como el control en los primeros y en los últimos 10 minutos de un período de exposición al ruido o al silencio de 30 minutos. En el intervalo de tiempo transcurrido entre la primera y la última prueba, los sujetos leían una revista. De esta forma, los autores evaluaron si la condición de ruido aumentaba la interferencia creada por el nombre del color cuando el sujeto debía seleccionar las tarjetas en función del color de la pintura.

El análisis de varianza realizado puso de manifiesto, en primer lugar, que los sujetos clasificaban las tarjetas más rápidamente en la segunda prueba (después de 20 minutos de exposición al ruido o al silencio) que en la primera prueba. En segundo lugar, mostró que el ruido incrementaba el tiempo empleado por los sujetos para clasificar el paquete de tarjetas experimental, pero que disminuía el tiempo requerido para dividir el paquete control, en otras palabras, el ruido aumentaba la interferencia creada por la presencia del nombre de un color pintado en otro color diferente. Adicionalmente, los resultados reflejaron que el efecto del ruido no variaba en función del tiempo de duración de la exposición a esta estimulación. Este último resultado puede deberse a que el efecto de la duración de la exposición al ruido estaba confundido con el efecto de la práctica en la tarea, y este último efecto reduce la interferencia. Los resultados de este primer experimento están resumidos en la tabla 15.

CONDICIONES DE SONIDO

	SILENCIO		RUIDO	
	E	C	E	C
Primeros 10'	2,6156	2,3167	2,6990	2,2593
Ultimos 10'	2,2630	2,0722	2,3880	2,0620

TABLA 15: Tiempo promedio (en minutos) requerido para clasificar los paquetes de tarjetas: experimental (E) y control (C) en cada una de las condiciones de sonido.

Con objeto de analizar la influencia de la duración de la exposición al ruido independientemente del efecto de la práctica en la tarea, Hartley y Adams (1974) realizaron un segundo experimento usando otra versión del test de Stroop. En esta nueva versión el material era presentado en forma escrita y los sujetos debían marcar el ítem apropiado, en lugar de dividir las tarjetas en grupos. Había dos hojas, una experimental y otra control. En la primera, el sujeto debía seleccionar, de entre un grupo de posibles respuestas, el nombre del color que correspondiera con la pintura en que estaba coloreado el nombre estímulo. En la segunda, todos los nombres de colores estaban pintados en negro y el sujeto debía seleccionar, de entre el grupo de alternativas de respuesta, el nombre del color que correspondiera con el nombre del color estímulo.

En este experimento, todos los sujetos fueron evaluados dos veces, una bajo condiciones de ruido (nivel de intensidad: 95 dBC), y otra en silencio (nivel de intensidad: 70 dBC). Las sesiones tuvieron lugar en días consecutivos y a la misma hora del día. Un grupo de sujetos fue expuesto a sólo 10 minutos de silencio y a 10 minutos de ruido, y el otro grupo de sujetos tuvo una exposición de 30 minutos al ruido y de 30 minutos a la condición de silencio. Este último grupo de sujetos leía una revista durante los primeros 20 minutos de exposición a las condiciones de sonido. En cada una de las condiciones de sonido, los sujetos realizaban tanto la prueba experimental como la control en un período de tiempo de cinco minutos. La mitad de los sujetos de cada grupo recibió las condiciones de sonido en el orden ruido-silencio y la otra mitad las recibió en el orden inverso, y en cada sesión experimental la mitad de los sujetos realizó las pruebas en el orden experimental-control y la otra mitad en el orden inverso.

El análisis de los resultados mostró que, en general, los sujetos trabajaban más lentamente en la prueba experimental que en la control, independientemente de la condición experimental bajo la que estuviesen. Así mismo, se observó que, analizando el efecto del tiempo de exposición a las condiciones de sonido, hubo una tendencia a que los sujetos

trabajarán más lentamente en las hojas control y más rápidamente en las hojas experimentales bajo la condición de ruido con tiempo de exposición de 10 minutos que bajo la condición de silencio con tiempo de exposición de 10 minutos. Por otra parte, el grupo de sujetos que tuvo una exposición a las condiciones de sonido de 30 minutos, tendían a trabajar más lentamente en las hojas experimentales y más rápidamente en las hojas control bajo la condición de ruido que bajo la de silencio. No obstante, ninguna de estas diferencias alcanzó el nivel de significancia estadística.

Los autores hallaron que, analizando las diferencias en el rendimiento de los sujetos en la prueba control y en la experimental, no había un efecto principal del ruido. No obstante, sí hubo una interacción entre la interferencia, definida como la diferencia entre el número de ítems correctamente completados en la prueba experimental y en la control, y la duración de la exposición al ruido y al silencio. Esta interacción mostró que cuando los sujetos habían tenido una exposición previa de 10 minutos, la interferencia era menor bajo la condición de ruido (Puntuación de interferencia: 45,13) que bajo la de silencio (Puntuación de interferencia: 55,50), pero que había un incremento de la interferencia con exposiciones al ruido de 30 minutos de duración (Puntuación de interferencia con ruido: 57,82. Puntuación de interferencia en silencio: 40,00). Este efecto del ruido no estaba relacionado, ni con el orden en que los sujetos recibían las condiciones de sonido, ni con el orden en que realizaban las pruebas.

Los autores concluyeron que el efecto del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en la condición de interferencia del test de Stroop depende de la duración de la exposición a la estimulación. Esto es consistente con los cambios en el rendimiento observados en otras tareas, en las cuales el deterioro aumenta con el aumento del período de exposición al ruido. Los cambios en la interferencia, dependientes de la duración de la exposición, pueden estar relacionados con cambios en el nivel de activación general de los sujetos.

Hay evidencia bastante clara de que los efectos del ruido pueden extenderse más allá del período de exposición, y una de las tareas que parece especialmente sensible a los postefectos del ruido es el test de Stroop. El rendimiento en esta prueba parece tender a cambiar con el nivel de activación general del sujeto inducido por ruidos con altos niveles de intensidad, pero la interpretación de los efectos del ruido se complica, de acuerdo con Jones y Broadbent (1979), dado la influencia que ejerce la duración de la exposición al ruido.

Jones y Broadbent (1979) realizaron un experimento en el que se analizó una serie de factores que pueden estar relacionados con los efectos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en el test de Stroop. Para tal fin, los autores utilizaron la versión verbal del test empleada por Hartley y Adams (1974 exp.: 2) pero, adicionalmente, presentaron a los sujetos una prueba de lectura y el MACL como prueba del estado anímico de los sujetos en el momento de la prueba.

En la prueba de lectura, uno de los sujetos leía en voz alta una copia correcta de un texto, mientras el otro oía y chequeaba una copia incorrecta del mismo texto. El MACL constaba de un conjunto de palabras, cada una de las cuales describía sentimientos; la tarea del sujeto era usar dicha lista para describir sus sentimientos en el momento de la prueba, indicando si la palabra en cuestión definía completamente lo que él sentía, si lo hacía sólo ligeramente, si la persona no podía tomar una decisión, o si la palabra no describía el sentir del sujeto en el instante de la prueba.

Los sujetos realizaban la prueba de lectura, bien bajo una condición de ruido suave de oficina (nivel de intensidad: 55 dBC), o bien bajo una condición de ruido de oficina alto (nivel de intensidad: 80 dBC). Luego de que los sujetos terminaban esta prueba desaparecía el ruido y, entonces, completaban el MACL, y posteriormente realizaban el test de Stroop. Los sujetos asistían a dos sesiones experimentales, con una semana de intervalo entresesiones y a la misma hora del día. La mitad de los sujetos recibieron las condiciones de ruido en el orden alto-suave y la otra mitad en el orden suave-alto.

En cuanto a los resultados obtenidos en la prueba de lectura, los autores observaron que con el ruido alto los sujetos leían menos palabras que con el suave (Número promedio de palabras leídas: Ruido alto: 4.050; Ruido suave: 4.374). Por otra parte, observaron que las diferencias entre las condiciones de ruido alto y suave, en cuanto a los errores por omisión y por comisión, no fueron significativas; sin embargo, cuando se combinaban las dos puntuaciones de errores, éstas eran significativamente más altas con ruido alto que con ruido suave. Un hecho interesante es que los oradores no tenían más dificultades para leer con ruido alto que las que tenían con el ruido suave, pero tenían problemas para recordar el texto leído. Esto sugiere que la estructura superficial no se ve dañada por el ruido, pero que la profunda se ve interrumpida (el análisis detallado de los efectos del ruido sobre el lenguaje oral se presentan en el apartado 5 del presente capítulo).

En relación con el rendimiento en el test de Stroop, y comparando los resultados aquí obtenidos con los publicados por Hartley y Adams (1974) (Ver tabla 16), se observó que los sujetos experimentales que participaron en el presente estudio (amas de casa) tenían puntuaciones de interferencia (puntuación de interferencia era igual a la diferencia entre las puntuaciones obtenidas en la prueba control y las obtenidas en la prueba experimental) más altas que los sujetos (hombres) evaluados por Hartley y Adams (1974): las puntuaciones en la prueba experimental fueron similares en ambos grupos de sujetos, pero las puntuaciones en la prueba de control fueron menores en la muestra experimental de Hartley y Adams (1974).

	CONTROL	EXPERIMENTAL	PUNTUACION DE INTERFERENCIA
Presente Estudio	197,17	122,88	74,29
Hartley y Adams (1974)	172,21	124,10	48,11

TABLA 16: Puntuaciones promedio obtenidas en el test de Stroop por los sujetos experimentales del presente estudio y por los sujetos del estudio de Hartley y Adams (1974).

Finalmente, se observó que las diferencias entre las condiciones de ruido suave y alto no eran significativas ni para las puntuaciones en la prueba control, ni para las obtenidas en la prueba experimental, ni para las puntuaciones de interferencia. Los datos sobre el rendimiento de los sujetos en el test de Stroop obtenidos en las diferentes condiciones de ruido se presentan en la tabla 17.

	CONTROL	EXPERIMENTAL	PUNTUACION DE INTERFERENCIA
RUIDO ALTO	194,78	121,91	72,87
RUIDO SUAVE	199,57	123,85	75,72

TABLA 17: Puntuaciones promedio obtenidas en el test de Stroop bajo las dos condiciones de ruido analizadas.

En relación a los resultados en el MACL, los autores hallaron que después de la prueba de lectura con ruido todos los factores compuestos (euforia, disforia, eficiencia y activación) cambiaron significativamente. Los factores euforia, eficiencia y activación decrecieron, y el factor disforia aumentó significativamente.

En general, los autores observaron que la interferencia del Stroop era inmune a la interrupción causada por la realización por parte de los sujetos de trabajos previos bajo condiciones de ruido. Una posible explicación a esta ausencia de un postefecto del ruido en la interferencia es que el hecho de que los sujetos completaran el MACL antes de realizar el Stroop podía aligerar el postefecto del ruido, dado caso que los postefectos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos se deba al malestar o a la irritabilidad causada por este tipo de estimulación. Si esto es así, entonces es lógico esperar que el permitirle a los sujetos expresar sus sentimientos

antes de que realicen el test de Stroop disminuya cualquier postefecto que la exposición al ruido tenga sobre el rendimiento.

Los resultados obtenidos por Hartley y Adams (1974) y Jones y Broadbent (1979) con el test de Stroop apoyan la idea de que los efectos del ruido a corto y a largo plazo sobre la condición de interferencia de esta prueba son cualitativamente diferentes: los efectos a corto plazo parecen ser consecuencia del alto nivel de activación generado por el ruido, mientras que los efectos a largo plazo parecen deberse a la monotonía o al aburrimiento causada por el paso del tiempo. Si este es el caso, entonces la presencia de un ruido intermitente tendrá menos efectos sobre el rendimiento de las personas después de una exposición larga, mientras que con una exposición corta no habrá diferencias entre los distintos tipos de ruido cuando tienen igual sonoridad.

De acuerdo con Smith y Broadbent (1985), las discrepancias entre los resultados experimentales obtenidos con el test de Stroop en diferentes estudios no pueden ser explicadas simplemente como función de las diferencias en los niveles de intensidad del ruido, en la duración de la exposición, o en la naturaleza de la versión de la tarea utilizada, ya que muchos de los estudios fallan metodológicamente porque en ellos sólo se ha computado el rendimiento de los sujetos en la condición de interferencia del test de Stroop, sin analizar la velocidad en el nombramiento de colores o en la lectura de nombres de colores, y la mayoría de las teorías del Stroop sugieren que la interferencia es función de la velocidad relativa de las personas en el nombramiento de colores y en la lectura de nombres de colores.

Smith y Broadbent (1985) realizaron tres experimentos en los que evitaron la citada debilidad metodológica. Para ello registraron los resultados obtenidos por los sujetos experimentales en las cuatro condiciones posibles del test de Stroop, a saber:

- A) Tiempo requerido para leer nombres de colores pintados en negro (W).
- B) Tiempo empleado para decir colores de pinturas (C).
- C) Tiempo requerido para decir los colores con los cuales están pintados los nombres de otros colores (CW).
- D) Tiempo requerido para leer nombres de colores que están pintados con colores incongruentes (WC).

Supongamos, por ejemplo, que se presenta a los sujetos la palabra *rojo* pintada en *azul*, las dos condiciones de interferencia del Stroop serían:

- A) Condición CW: tiempo empleado para decir *azul*.
- B) Condición WC: tiempo empleado para leer *rojo*.

En el primer experimento, Smith y Broadbent (1985) examinaron los efectos de la exposición previa al ruido sobre el rendimiento de los sujetos en las cuatro condiciones del

Stroop, con objeto de ver si influía en el grado de interferencia o si cambiaba la velocidad de los sujetos en las condiciones de control (C y W). Para esto, cada sujeto realizaba las cuatro condiciones del Stroop dos veces, una después de un período de, aproximadamente, 20 minutos con ruido (Ruido continuo de campo libre con nivel de intensidad de 85 dBC) y otra después de un período de tiempo similar pero en silencio (Ruido continuo de campo libre con nivel de intensidad de 55 DBC). La mitad de los sujetos recibieron las condiciones de sonido en el orden silencio-ruido y la otra mitad las recibieron en el orden ruido-silencio. Las condiciones del Stroop podían ser presentadas en dos ordenes alternativos, a saber: C, WC, W, CW, o W, CW, C, WC. Finalmente, en el período de tiempo previo a la presentación del test de Stroop los sujetos realizaban una tarea diferente que podía ser una tarea de vigilancia o una de reconocimiento.

El análisis de los resultados se basó en las puntuaciones obtenidas por los sujetos en las siguientes medidas: tasa C/W, CW-C, y WC-W. Los autores hallaron que la tasa C/W era menor después de la exposición al ruido que después de la exposición al silencio. Este efecto de la exposición previa al ruido fue estadísticamente significativo, y sugería que la reducción en la tasa C/W después de la exposición al ruido se debía a una disminución en las puntuaciones obtenidas por los sujetos en el nombramiento de colores (C), y a un aumento de las puntuaciones obtenidas por los sujetos en la lectura de las palabras (W) (Ver tabla 18).

	Después de Silencio	Después de Ruido
Puntuación C	50,34	49,76
Puntuación W	38,85	39,40

TABLA 18: Tiempo promedio, en segundos, para las condiciones control del test de Stroop después de la exposición al ruido y al silencio.

Por otra parte, los autores hallaron un efecto principal del orden de presentación de las condiciones del Stroop, el cual mostró que los sujetos que recibían las condiciones en el orden C, WC, W, CW obtenían puntuaciones C/W más pequeñas (promedio: 1,25) que aquellos que las recibieron en el orden W, CW, C, WC (promedio: 1,33). Lo cual indica que la velocidad en el nombramiento de colores (C) era menor cuando estaba precedida por la condición CW. Así mismo, hallaron un efecto principal significativo del orden de las condiciones de sonido. Los sujetos que recibieron las condiciones en el orden ruido-silencio obtenían puntuaciones C/W menores que aquellos otros que las recibieron en el orden inverso.

El análisis de las puntuaciones CW-C puso de manifiesto que el único efecto significativo fue el del orden de presentación de las condiciones del Stroop, el cual iba en la misma dirección que el obtenido con el análisis de la tasa

C/W. Finalmente y analizando las puntuaciones WC-W observaron que la condición WC producía menos interferencia que la condición CW. En este análisis no hubo un efecto principal significativo del ruido.

Sin duda alguna, el hallazgo más interesante de este experimento fue que los sujetos que habían tenido una exposición previa al ruido nombraban los colores a mayor velocidad, pero leían las palabras más lentamente que aquellos sujetos que habían estado previamente expuestos a la condición de silencio. Este resultado indica que las puntuaciones en las condiciones de interferencia del Stroop pueden cambiar a medida que varía la tasa C/W.

En el segundo experimento, Smith y Broadbent (1985) analizaron el rendimiento de los sujetos en el test de Stroop cuando realizaban esta prueba bajo condiciones de ruido para ver si, en este caso, también se producen efectos distintos sobre el nombramiento de colores y sobre la lectura de los nombres de los colores.

Los autores observaron que la puntuación media de la tasa C/W era menor en la condición de ruido que en la de silencio (tasa media C/W: Silencio: 1,26; Ruido: 1,21). Este efecto del ruido fue significativo. Un análisis separado de las puntuaciones obtenidas para palabras y para colores mostró que no había un efecto principal significativo del ruido en el nombramiento de colores, pero que este efecto era significativo en la lectura de las palabras: los sujetos leían más lentamente las palabras bajo la condición de ruido que bajo la de silencio (Ver tabla 19).

	Con Silencio	Con Ruido
Puntuación C	48,91	49,34
Puntuación W	38,98	41,14

TABLA 19: Tiempo promedio, en segundos, para las condiciones control del test de Stroop con silencio y con ruido.

El efecto del ruido sobre la tasa C/W puede estar involucrado en los cambios en la interferencia hallados en otros estudios, y la inconsistencia de los efectos del ruido sobre el rendimiento en el test de Stroop pueden deberse a diferencias en la velocidad relativa para nombrar colores y para leer palabras en experimentos distintos.

Para finalizar, en el tercer experimento, Smith y Broadbent (1985) estudiaron la importancia de la duración de la exposición al ruido. Este experimento fue similar a los anteriores excepto en que los sujetos realizaban el test de Stroop sin haber recibido ninguna exposición previa al ruido, y en que en este tercer experimento sólo se administraron las condiciones C y W del test pues parecen ser las únicas sensibles a los efectos del ruido.

Los autores observaron que no había un efecto principal significativo del ruido en la tasa C/W (Tasa C/W: 1,25 tanto en ruido como en silencio), ni había ningún efecto del ruido sobre el nombramiento de colores (Tiempo promedio: Silencio: 45,08; Ruido: 45,23), ni en la lectura de palabras (Tiempo promedio: Silencio: 36,09; Ruido: 36,10). Esto confirmó lo ya obtenido por Mohindra y Wilding (1983) en relación a que las exposiciones cortas al ruido no afectan la velocidad de lectura de los sujetos.

En contraste con los resultados obtenidos en los experimentos realizados por otros autores, en ninguno de los realizados por Smith y Broadbent (1985) se observó un efecto del ruido sobre las puntuaciones de interferencia del test de Stroop. En los experimentos 1 y 2 sólo se obtuvo un efecto principal significativo del ruido sobre las condiciones C y W del test. Los autores concluyen que la variación de los efectos del ruido sobre la condición de interferencia puede ser explicada de la siguiente forma:

Si se asume que la cantidad de interferencia está relacionada con la tasa C/W en forma de "U" invertida, entonces el hecho de que el ruido cause una reducción en la tasa C/W significa que la interferencia puede aumentar, decrecer o no variar, dependiendo del valor C/W en la condición de silencio.

Así mismo, consideran esencial usar todas las condiciones del Stroop y no solamente las de interferencia, ya que el ruido tiene efectos distintos sobre el nombramiento de colores y sobre la lectura de los nombres de los colores.

El hecho de que los efectos del ruido permanezcan aún cuando ha desaparecido, muestra que los efectos del ruido no pueden ser explicados simplemente en términos de un enmascaramiento del lenguaje interno. Una posible explicación es que el ruido influye en el proceso de entrada de la información y esto puede afectar diferencialmente a la lectura de palabras y al nombramiento de colores, porque las personas pueden realizar la tarea de leer utilizando alguna de las técnicas preestablecidas para leer, mientras que estas estrategias son inadecuadas para nombrar colores.

CONCLUSIONES.

A manera de resumen podemos por tanto afirmar que, tal y como concluyen Smith y Broadbent (1985), cuando se analizan los efectos de la presencia del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en tareas que implican conflicto entre respuestas relevantes e irrelevantes que compiten entre sí, tales como el test de Stroop, es fundamental evaluar todas las condiciones posibles de la prueba, puesto que las variaciones observadas en la condición de interferencia creada por la presencia del nombre de un color dado pintado en otro color incongruente pueden explicarse en base a las variaciones observadas en la velocidad de los sujetos para nombrar colores y la velocidad para leer palabras. En este sentido, los resultados muestran que:

A) Cuando las personas realizan las cuatro condiciones del test de Stroop bajo condiciones de ruido, las puntuaciones medias de la tasa C/W son menores que cuando trabajan en silencio. En estas condiciones, el efecto de la presencia del ruido se centra en la velocidad con que las personas leen las palabras, en el sentido de que, con ruido, los sujetos leen más lentamente las palabras que cuando están bajo una condición de silencio.

Este efecto del ruido se mantiene aún cuando la estimulación acústica haya desaparecido. Lo que evidencia la presencia de postefectos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en el test de Stroop. Adicionalmente, cuando se analizan los efectos de las exposiciones previas al ruido sobre el rendimiento de los sujetos en el test de Stroop, también se observa que la exposición previa al ruido hace que los sujetos sean más rápidos nombrando colores.

B) Cuando se evalúan las cuatro condiciones del Stroop no se observan efectos significativos de la presencia del ruido sobre las puntuaciones de los sujetos en las condiciones de interferencia de esta prueba, pero cuando lo único que se evalúa son las condiciones de interferencia, entonces los efectos del ruido son evidentes. En este sentido, los resultados ponen de manifiesto que cuando las personas realizan el test de Stroop bajo condiciones de ruido con niveles de intensidad altos (95-100 dBC), la interferencia creada por respuestas que compiten entre sí aumenta, siempre y cuando la exposición al ruido sea larga. Cuando la exposición al ruido es corta, entonces la presencia de la estimulación acústica reduce la interferencia.

A pesar de que estos resultados son ciertamente útiles, hay que hacer notar que la comparación directa entre los resultados experimentales presentados en este apartado no es del todo correcta, ya que se están comparando resultados obtenidos en investigaciones que, además de diferir en detalles específicos de la tarea, difieren en los niveles de intensidad usados en las distintas condiciones de sonido. Así, en los experimentos realizados por Hartley y Adams (1974)

las condiciones de sonido fueron definidas como:

- A) Ruido: nivel de intensidad 100 dBC en el experimento 1, y 95 dBC en el experimento 2.
- B) Silencio: nivel de intensidad 70 dBC.

En los experimentos realizados por Jones y Broadbent (1979), las condiciones de sonido eran:

- A) Ruido alto: ruido de oficina presentado a 80 dBC de intensidad.
- B) Ruido suave: ruido de oficina presentado a 55 dBC de intensidad.

Finalmente, en los experimentos realizados por Smith y Broadbent (1985) las condiciones de sonido fueron:

- A) Ruido: ruido continuo de campo libre con nivel de intensidad de 85 dBC.
- B) Silencio: ruido continuo de campo libre con nivel de intensidad de 55 dBC.

Como se ha señalado en anteriores apartados, el nivel de intensidad es una variable intrínseca a la estimulación sonora fundamental a la hora de evaluar los efectos del ruido sobre el ser humano y no podemos asumir que los resultados obtenidos con un nivel de intensidad dado sean comparables con los obtenidos con otro nivel de intensidad.

Por otra parte, hemos de observar que en una de las investigaciones reseñadas sus autores usaron como fuente de estimulación sonora el ruido producido en una oficina. Este tipo de sonido resulta bastante habitual para la generalidad de las personas, lo que no ocurre con los ruidos generados electrónicamente. Nuestros resultados experimentales muestran que los efectos de la presencia de ruidos habituales sobre el rendimiento de las personas no son, en todos los casos, similares a los efectos de los ruidos generados electrónicamente. Cuando las personas trabajan bajo condiciones de ruidos familiares interviene un factor que podríamos denominar "habituaación" que puede ser la causa de que, bajo estas condiciones, las personas sean capaces de mantener su nivel de rendimiento, aún cuando para ello deban hacer un esfuerzo adicional que puede tener repercusiones a muy largo plazo sobre el rendimiento y sobre el estado psicológico de los individuos.

5.- EFECTOS DEL RUIDO SOBRE LA INTELIGIBILIDAD DEL LENGUAJE ORAL.

De entre todos los posibles efectos del ruido sobre la conducta humana uno de los más familiares y de los mejor conocidos es la interferencia que este tipo de estimulación ambiental genera en el proceso de comunicación oral entre las personas. En presencia de sonidos con altos niveles de intensidad se dificulta el proceso de detección e interpretación de señales, denominándose **enmascaramiento** al aumento del umbral de percepción de una señal como consecuencia de presentar al oyente, simultáneamente, un segundo estímulo.

Cuando los individuos deben comunicarse en ambientes caracterizados por la presencia de ruidos, se observa que emiten conductas cuyo objetivo fundamental es el de neutralizar la interferencia generada por la estimulación. De entre el amplio conjunto de conductas observadas se encuentran las del tipo "esperar" y posteriormente "repetir" la frase o la palabra dicha, o las del tipo elevar la intensidad de la voz y acompañar la locución con gestos. Bajo estas circunstancias, la comprensión del mensaje conlleva un coste para el individuo, dado que éste debe hacer un esfuerzo suplementario para culminar con éxito el proceso de comprensión.

La conducta de elevar el nivel de intensidad de la voz responde a un mecanismo reflejo por el que, a medida que se dan incrementos en el nivel de intensidad del sonido ambiental, aumentan los niveles de la voz del emisor del mensaje; este mecanismo reflejo puede darse incluso sin que persona sea consciente de ello. Silva (1989) plantea que cuando el emisor de un mensaje necesita ser entendido, aumenta el nivel de intensidad de su voz en 5 dB por cada 10 dB de ruido ambiental, llegando a gritar con ruidos de 82 dBA. Estos incrementos están directamente relacionados con la distancia existente entre el emisor y el receptor del mensaje. En este sentido, Querol (1989) afirma que, a un metro de distancia, las personas pueden mantener conversaciones con ruidos de fondo de hasta 78 dBA. Esta distancia debe reducirse progresivamente en la medida en que el nivel de intensidad del ruido de fondo aumenta, así, con ruidos de 85 dBA de intensidad la distancia entre los interlocutores debe ser de 30-60 centímetros, reduciéndose a 20-30 centímetros con ruidos cuyos niveles alcanzan los 90 y los 100 dBA de intensidad.

Gósy - (1988) estudió los efectos del ruido sobre la comprensión del lenguaje oral desde un punto de vista diferente al habitualmente adoptado. Este investigador tenía como objetivo describir la conducta verbal y no verbal de las personas cuando reciben estimulación auditiva mientras hablan, para lo cual eligió seis tipos de sonidos habituales que presentaban distintas distribuciones espectrales. Estos sonidos eran presentados a los sujetos experimentales durante 25 segundos, primero, con un nivel de intensidad de 55 dB, luego con 70 dB y, finalmente, con 85 dB. Los ruidos empleados fueron: el de una estación de metro, el de ladridos, la música, el de una máquina de escribir eléctrica, el de una máquina de prensado, y el de una conversación. La tarea de los sujetos experimentales era leer de tres a cuatro páginas de un libro después de lo cual debían responder a una serie de preguntas sobre lo que habían leído.

El autor registró datos en cuanto a la intensidad y la frecuencia fundamental del lenguaje de los lectores, analizando las grabaciones hechas de la lectura, de la vibración de las cuerdas vocales (mediante un electroglatografo), y la grabación en vídeo.

El análisis de los datos (Ver tabla 20) reflejó que se podía establecer un ordenamiento entre los ruidos estudiados en función del efecto perturbador que provocaban en los hablantes. En esta investigación en particular, el ordenamiento mostró que ni el ruido de la conversación, ni el de la música eran excesivamente perturbadores, siempre y cuando fuesen presentados con bajos niveles de intensidad (55 dB y 70 dB). Sin embargo, si la intensidad de los sonidos antes mencionados aumentaba hasta 85 dB, provocaban efectos tan perturbadores como los del resto de los ruidos examinados. Los sonidos que resultaron perturbadores en mayor cuantía fueron los de la máquina de prensado y el de la estación de metro.

Así mismo, el autor observó que cuando se presentaba cualquiera de los ruidos estudiados se daban incrementos significativos tanto en la intensidad como en la frecuencia fundamental del lenguaje de los hablantes. Estos incrementos eran mayores a medida que el nivel de intensidad de los ruidos aumentaba. En el caso de 85 dB de intensidad, los sujetos no podían hablar, gritaban; evidenciándose un uso anormal de las cuerdas vocales (Ver tabla 21). A pesar de esto, las personas eran incapaces de juzgar la calidad y la cantidad de las variaciones en su lenguaje.

NIVEL DE INTENSIDAD DE LOS SONIDOS

Tipo de Sonido	55 dB		70 dB		85 dB	
	H	M	H	M	H	M
Conversación.	25 dB	24 dB	32,5 dB	28,5 dB	33 dB	32,5 dB
	115 Hz	220 Hz	170 Hz	234 Hz	180 Hz	260 Hz
Música.	25 dB	23,5 dB	32 dB	28,5 dB	34 dB	32,5 dB
	150 Hz	225 Hz	170 Hz	255 Hz	190 Hz	295 Hz
Máquina.	28 dB	29,5 dB	30 dB	34,5 dB	34 dB	38 dB
	150 Hz	240 Hz	170 Hz	260 Hz	200 Hz	335 Hz
Metro.	28 dB	25 dB	30 dB	30 dB	33 dB	37 dB
	140 Hz	265 Hz	160 Hz	275 Hz	210 Hz	320 Hz

TABLA 20: Nivel de intensidad y frecuencias fundamentales de los lectores hombres (H) y mujeres (M) bajo distintos tipos de sonidos y distintos niveles de intensidad.

NIVEL DE INTENSIDAD DE LOS SONIDOS

	SILENCIO	55 dB	70 dB	85 dB
HOMBRES	25 dB	26 dB	31,2 dB	33 dB
	100 Hz	128,3 Hz	164 Hz	195 Hz
MUJERES	22 dB	25,6 dB	30,3 dB	34,4 dB
	195 Hz	228 Hz	264 Hz	305,8 Hz

TABLA 21: Cambios en la intensidad promedio y la frecuencia fundamental promedio de los lectores en función del nivel de intensidad de los sonidos.

Haciendo referencia específicamente a los efectos del ruido sobre la inteligibilidad del lenguaje, Legor, Gamba y Zuliani (1988) observaron que las puntuaciones de inteligibilidad dependen del nivel de intensidad del ruido presentado y de la reverberación que halla en el lugar donde se lleva a cabo la comunicación. En este experimento, los autores manipularon tres variables, a saber:

- A) Tiempo de reverberación de la sala:
 - A.1) TR0: 0,6 segs. a 1.000 Hz.
 - A.2) TR1: 2,2 segs. a 1.000 Hz.
 - A.3) TR2: 8,3 segs. a 1.000 Hz.
- B) Condiciones de sonido en la sala:
 - B.1) Ruido blanco con nivel de intensidad de 65 dBA.
 - B.2) Ruido blanco con nivel de intensidad de 80 dBA.
 - B.3) Ruido blanco con nivel de intensidad de 95 dBA.
- C) Uso de protectores auditivos:
 - C.1) Con protectores auditivos.
 - C.2) Sin protectores auditivos.

Cada sujeto comenzaba la sesión experimental con un audiograma, luego del cual era evaluado en una tarea de inteligibilidad del lenguaje consistente en 10 listas de 34 palabras cada una. Cada lista correspondía a una situación acústica dada: con o sin protectores auditivos, sonido de fondo en la sala alto o bajo, tiempo de reverberación en la sala TR0, TR1, o TR2. Al final de la sesión se realizaba otro audiograma.

Los resultados experimentales obtenidos por estos autores reflejaron que, en relación al efecto del nivel de intensidad del ruido, con ruido de fondo cuyo nivel de intensidad es de 95 dBA, la señal verbal emitida por un sujeto debe tener como mínimo un nivel de 110 dB para que sea inteligible para el receptor. Estos autores no observaron modificaciones significativas en las puntuaciones de inteligibilidad obtenidas por los sujetos con ruidos de niveles de intensidad inferiores (65 y 80 dBA). No obstante, los resultados obtenidos en cuanto a los efectos del nivel de intensidad del ruido de fondo no significan que, invariablemente, para producir mejoras en la comprensión del lenguaje oral bajo situaciones ambientales ruidosas se deba incrementar indefinidamente el nivel de intensidad de la señal, debido a que, como indica Silva (1989), cuando se dan incrementos excesivos en el nivel de intensidad de la señal tiene lugar una sobrecarga en el oído, por lo que a partir de cierto nivel aumentos en la intensidad de la señal no se traducen en mejoras de la comprensión.

En cuanto a la influencia del tiempo de reverberación de la sala, los resultados mostraron que las puntuaciones de inteligibilidad obtenidas por los sujetos decrecen con los incrementos en el tiempo de reverberación de la sala. Factores tales como: el uso de protectores auditivos por parte de los sujetos experimentales y la fatiga auditiva no parecen tener influencia significativa sobre las puntuaciones de

inteligibilidad del lenguaje oral. De acuerdo con los autores, estos últimos resultados pueden ser explicados ya que, tanto los protectores auditivos, como la fatiga auditiva afectan en primer lugar a las altas frecuencias y el espectro del lenguaje oral alcanza un máximo de 500 Hz y 1.000 Hz de frecuencia.

En 1988, Pekkarinen y Viljanen llevaron a cabo una investigación en la que analizaron detalladamente la influencia del uso de protectores auditivos por parte de los sujetos con audición normal y del tiempo de reverberación en el local sobre la discriminación del lenguaje.

Para la evaluación de la discriminación, los autores utilizaron oraciones, palabras y no-palabras grabadas en una cámara anecoica. Las oraciones contenían cinco palabras con contenido semántico, las palabras tenían dos y tres sílabas, y las no-palabras eran del tipo consonante-vocal-consonante-vocal sin contenido semántico alguno. El material estímulo se presentaba a través de altavoces a dos niveles de intensidad: 60 y 85 dBA, simulándose las condiciones habituales de los ambientes laborales mediante la presentación de un ruido de fondo de banda ancha generado por una fuente de sonido ubicada cerca del altavoz. Los protectores auditivos empleados tenían una atenuación media de 33 dB a frecuencias de 0,5; 1; y 2 KHz, y el tiempo de reverberación medio en la sala era de 2,1 segundos para frecuencias de 0,5; 1; y 2 KHz.

Los resultados de esta investigación revelaron que, en ausencia de ruido de fondo y cuando el material estímulo era presentado con un nivel de intensidad de 60 dBA, el grado de discriminación de los sujetos era adecuado sin necesidad de que usaran los protectores auditivos, siendo el porcentaje promedio de discriminación del 92% o superior. En estas condiciones, como era de prever, el nivel de discriminación de los sujetos para las no-palabras era más bajo que para las oraciones y las palabras. En aquellos casos en que los sujetos utilizaban los protectores auditivos y el material estímulo era presentado a 60 dBA de intensidad, el nivel de discriminación era más bajo que el alcanzado sin protectores auditivos (Porcentaje promedio de discriminación: 71% o superior). Esta diferencia entre el porcentaje de discriminación alcanzado con y sin protectores auditivos fue estadísticamente significativa. Los resultados obtenidos en cuanto al porcentaje de discriminación de los sujetos bajo condiciones de ausencia de ruido de fondo y con el material estímulo presentado a 60 dBA de intensidad se muestran en el gráfico 2.

En los casos en que los sujetos trabajaban con un ruido de fondo y el material estímulo se presentaba con un nivel de 60 dBA de intensidad, el análisis reflejó que, en comparación con los resultados antes expuestos, el nivel de discriminación del lenguaje decrecía considerablemente, tanto cuando los sujetos usaban protectores auditivos, como cuando no los empleaban. En este caso, el porcentaje de discriminación para palabras y oraciones fue del 50%, aproximadamente; mientras que el de las no-palabras estaba sólo alrededor del 10%. El

% de discriminación

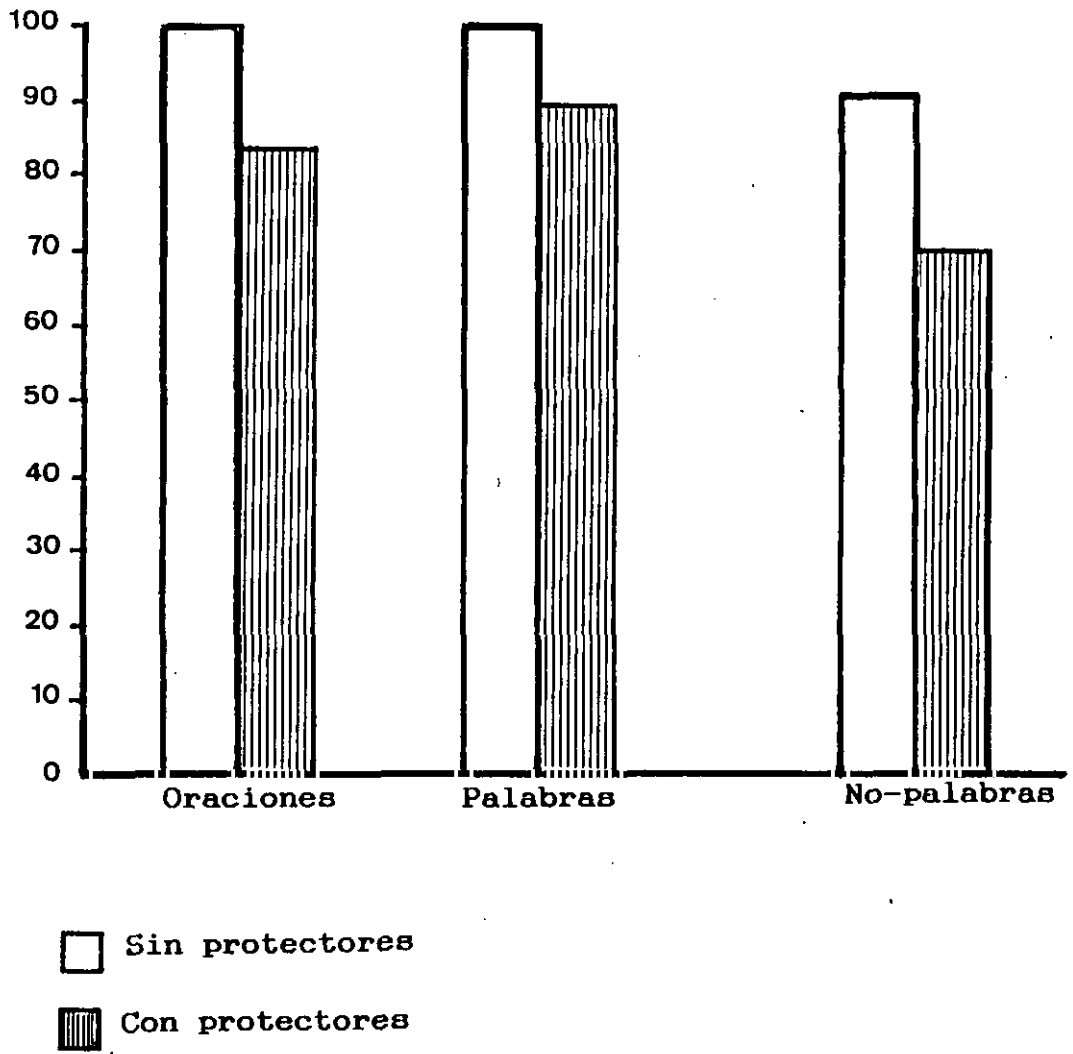


GRAFICO 2: Porcentaje de discriminación para oraciones, palabras y no-palabras en condiciones de silencio y con el material estímulo presentado a 60 dBA de intensidad.

nivel de discriminación de las oraciones y de las palabras era similar con y sin protectores, aún cuando, con las palabras había una discriminación ligeramente superior con que sin protectores auditivos (Ver gráfico 3).

Cuando el material estímulo se presentaba a un nivel de 85 dBA de intensidad y había ruido de fondo, la discriminación de las oraciones, las palabras y las no-palabras era significativamente mejor con que sin protectores auditivos. En este sentido, cuando los sujetos no usaban los protectores, el porcentaje de discriminación para las oraciones fue del 70%, el de las palabras fue del 60%, y el de las no-palabras fue solamente del 10% (Ver gráfico 4).

Los autores concluyeron, en primer lugar, que en condiciones de ausencia de ruido de fondo el nivel de discriminación del lenguaje por parte de los sujetos disminuye como consecuencia de la atenuación producida por el uso de los protectores auditivos, en aquellos casos en los que el nivel de intensidad con que se presenta el material estímulo no es tan elevado como para compensar la atenuación de los protectores.

En segundo lugar, cuando hay ruido de fondo, el nivel de discriminación de las no-palabras decrece mucho más que el de las oraciones y que el de las palabras, lo que permite concluir que el contenido semántico de las oraciones y de las palabras sirve de ayuda en el proceso de percepción del lenguaje oral cuando las personas se hallan en situaciones ruidosas. En estas condiciones de ruido de fondo, y cuando el nivel de intensidad con que se presenta el material estímulo se eleva, el nivel de discriminación es superior con que sin protectores, influyendo aquí el hecho de que el local donde se realizaron las pruebas tenía reverberación. Los autores consideraron que es fundamental determinar si el uso de protectores auditivos es capaz de compensar el efecto perjudicial que la reverberación de la sala tiene sobre la discriminación del lenguaje también en situaciones reales, en las cuales el ruido de fondo varía tanto en frecuencia como en amplitud.

En general, los resultados obtenidos por Pekkarinen y Viljanen (1988) concuerdan con las afirmaciones hechas por Silva (1989), de acuerdo con las cuales, con personas que presentan curvas audiométricas normales, el empleo de protectores auditivos empeora la recepción de mensajes verbales cuando el nivel del ruido ambiental es bajo, pero cuando este nivel supera los 90 dB, el uso de protectores conlleva incrementos en los niveles de comprensión del mensaje.

En relación a la incidencia de errores del tipo de las confusiones acústicas y la capacidad para identificar estímulos verbales presentados auditivamente en trabajadores expuestos al ruido laboral, Miyakita y Miura (1988) realizaron una investigación en la que los sujetos experimentales debían escuchar una lista de 67 palabras compuestas por 20 monosílabos japoneses (17 sílabas consonante-vocal, y tres

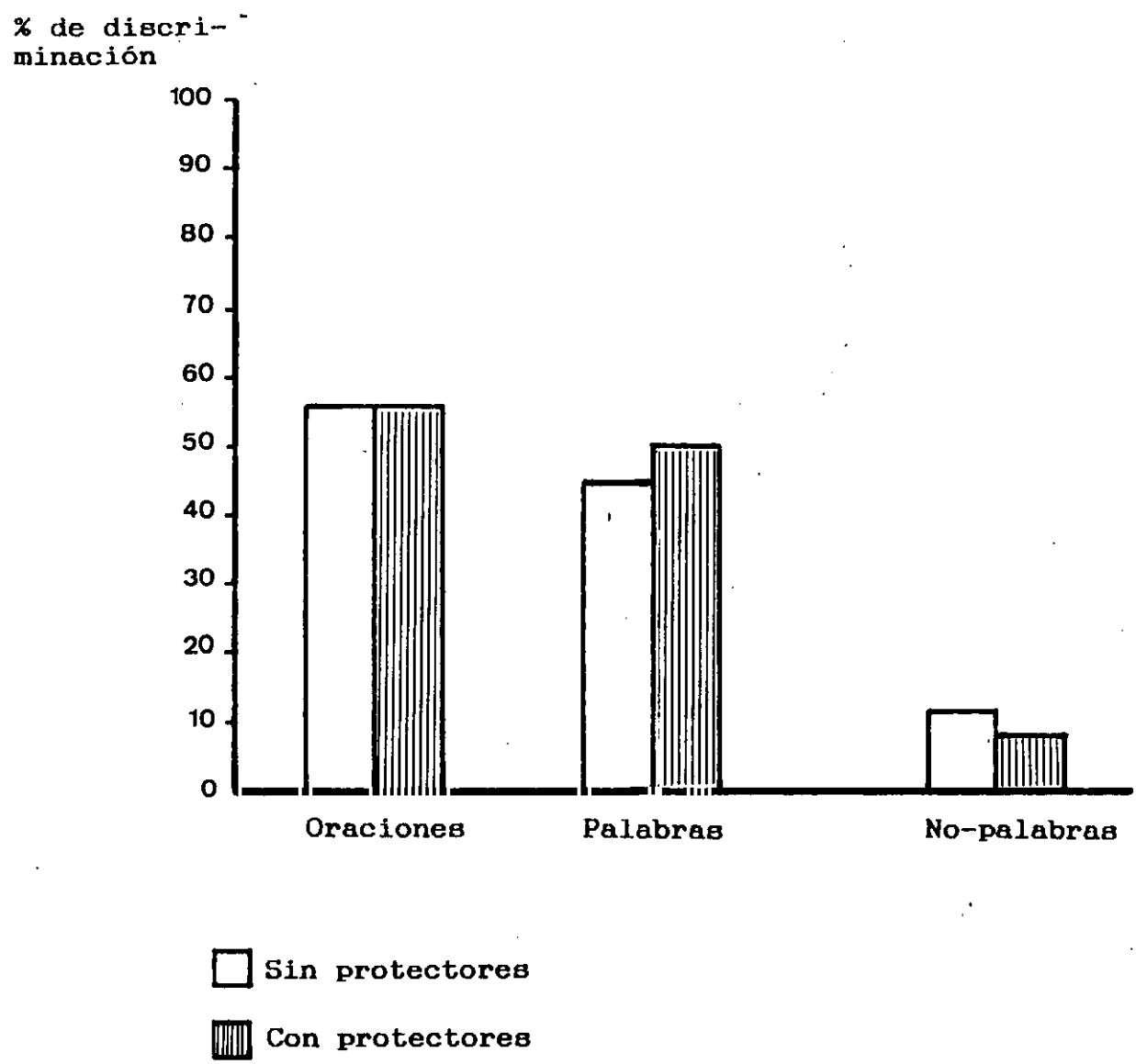


GRAFICO 3: Porcentaje de discriminación de palabras, oraciones y no-palabras en condiciones de ruido y con el material estímulo presentado a 60 dBA de intensidad.

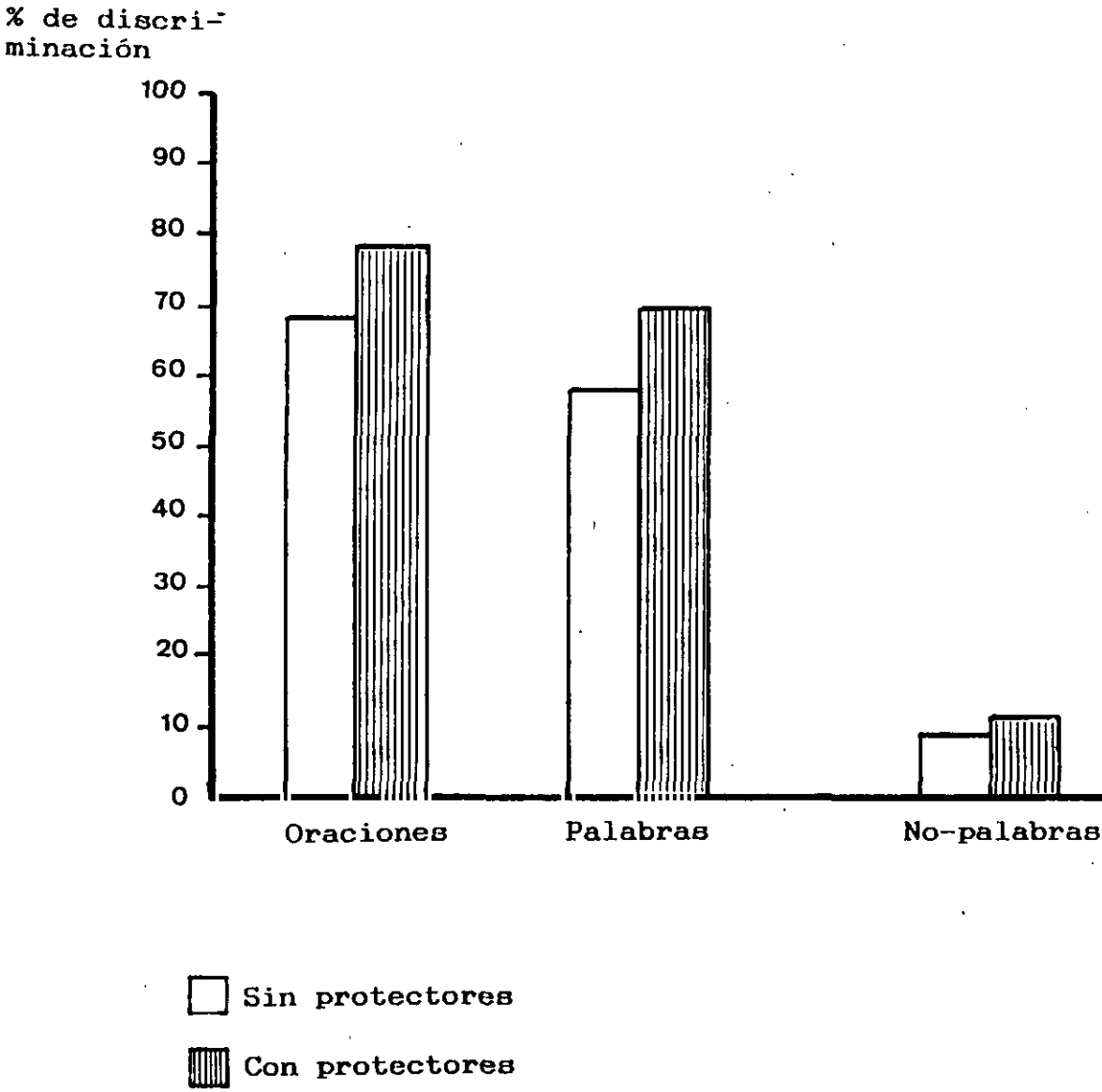


GRAFICO 4: Porcentaje de discriminación de oraciones, palabras y no-palabras en condiciones de ruido y con el material estímulo presentado a 85 dBA de intensidad.

sílabas vocal), presentadas monoauralmente con niveles de intensidad desde 20 hasta 90 dB.

Los autores compararon el rendimiento de los sujetos que habían sido calificados como "normales" en una evaluación audiométrica de tonos puros (0,25; 0,5; 1; 2; 4; y 8 KHz) con el alcanzado por aquellos que presentaban una pérdida auditiva inducida por el ruido del medio ambiente laboral. La mayoría de los sujetos muestreados habían tenido una exposición al ruido laboral superior a 30 años.

Por una parte, los autores observaron que el grupo de sujetos catalogados como "normales" obtenían puntuaciones superiores en cuanto a la identificación de monosílabos que los sujetos que presentaban pérdida auditiva. Estas puntuaciones dependían del nivel de intensidad con que eran presentados los estímulos y de la severidad de la pérdida auditiva. Específicamente, en el grupo con audición normal, las puntuaciones crecían monotónicamente como función del nivel de intensidad con el que era presentado el estímulo a identificar (Ver gráfico 5). En este sentido, se observó que con un nivel de presentación de 70 dB todos los monosílabos eran identificados correctamente por más del 90% de los sujetos con audición normal; por el contrario, el grupo de sujetos con pérdida auditiva solamente era capaz de identificar correctamente seis monosílabos cuando éstos eran presentados con un nivel de 70 dB de intensidad.

De igual forma, se observó que las vocales A, U, y O eran distinguidas adecuadamente por más del 95% de los sujetos auditivamente normales, independientemente del nivel de intensidad con que estas vocales fuesen presentadas (50, 60, 70, 80, y 90 dB). Pero, se daba una diferencia significativa en las puntuaciones de identificación obtenidas para estas tres vocales en el grupo de sujetos con pérdida auditiva (Porcentaje de identificación correcta con niveles de presentación de 50, 60, y 70 dB: Letra A: 93,6%; Letra O: 84,4%; y Letra U: 64,5%).

Por otra parte, y en cuanto al nivel de confusiones acústicas, los resultados reflejaron que las personas con una audición normal cometían, en general, menos confusiones acústicas que aquellas otras que sufrían de pérdida auditiva. Las confusiones acústicas seguían un patrón específico el cual mostró que la vocal U se confundía con la I, y que eran frecuentes las confusiones entre la O y la E, especialmente en el grupo de personas con pérdida auditiva. Analizando las características de las vocales susceptibles de ser confundidas, los autores observaron que las sustituciones tenían lugar típicamente en aquellos casos en que las vocales confundidas presentaban frecuencias similares.

Además del handicap auditivo de los sujetos, muchos autores han indicado que otra variable que influye en la efectividad con que los sujetos perciben el lenguaje oral bajo situaciones ruidosas es el hecho de que el idioma en que se presenta el material estímulo sea el idioma materno de los sujetos evaluados. En este sentido, los resultados

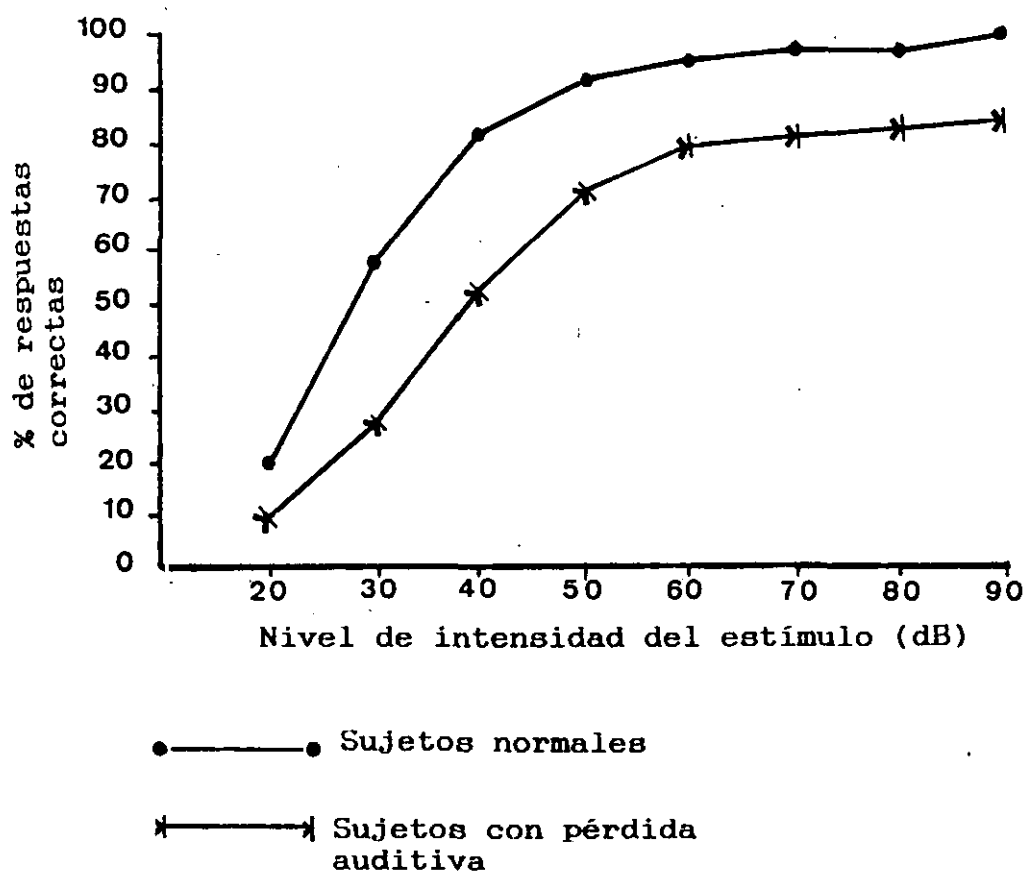


GRAFICO 5: Porcentaje de respuestas de identificación obtenidos por los sujetos con pérdida auditiva y sin pérdida auditiva en función del nivel de intensidad de presentación del estímulo verbal.

experimentales muestran que, en general, cuando se trabaja bajo condiciones ruidosas con un material codificado en un idioma dado, los sujetos cuya lengua materna es diferente a la del idioma en que se presenta el material tienen mayores dificultades y rinden peor que los sujetos, bajo las mismas condiciones de ruido, pero cuya lengua materna es la misma que el idioma en que se presenta el material verbal.

Este patrón de resultados ha sido encontrado, tanto cuando se ha manipulado el nivel de intensidad del ruido presente en el lugar de trabajo, como cuando el aspecto estudiado a sido el tiempo de reverberación en la sala. Sin embargo, no está claro cuál de las dos situaciones perturbadoras (reverberación o ruido) tiene efectos más dañinos sobre la percepción del lenguaje en oyentes no nativos. En este sentido, Takata y Nábelek (1990) compararon los efectos del ruido y los del tiempo de reverberación sobre el reconocimiento de consonantes inglesas en dos poblaciones que diferían en el hecho de que una de ellas tenía al idioma inglés como lengua materna (oyentes nativos), y la otra tenía al japonés como lengua materna pero dominaban perfectamente el inglés (oyentes no nativos). Los sujetos de la población de oyentes no nativos habían estudiado inglés en Japón durante al menos seis años y hablaban fluidamente en inglés.

Los dos grupos de sujetos tenían umbrales de audición de 25 dB o menos en todas las frecuencias audiométricas (250, 500 Hz, 1, 2, 4, y 8 KHz). Los sujetos experimentales se enfrentaban con 300 palabras ordenadas en 50 bloques, cada uno conteniendo seis palabras. En 25 de los bloques las palabras diferían en la primera consonante, y en los 25 bloques restantes las palabras diferían en la última consonante. Las 300 palabras eran presentadas en forma oral a través de audífonos y con un nivel de presión equivalente de 70 dB. La tarea de los sujetos consistía en elegir y marcar las palabras que ellos consideraban que habían oído en cada uno de los bloques impresos en la hoja de respuesta. Esta tarea debía ser realizada bajo tres condiciones experimentales, a saber: ruido, silencio y reverberación, habiendo un total de 100 palabras elegidas aleatoriamente en cada condición. En la condición de ruido, la tasa señal/ruido fue de -3 dB y el ruido consistió en la grabación de una conversación. En la condición de reverberación se usó un tiempo de reverberación de 1,2 segundos, considera como una reverberación aceptable para oyentes nativos de audición normal.

Los datos de este experimento reflejaron que los porcentajes medios de reconocimiento de palabras de los oyentes nativos fueron: en silencio: 99,3%; en ruido: 80,3%; y en la condición de reverberación: 80,4%, mientras que los porcentajes medios de los oyentes no nativos fueron: en silencio: 97,4%; en ruido: 72,4%; y con reverberación: 72,8%. la diferencia entre oyentes nativos y no nativos fue sólo del 2% en la condición de silencio, pero aumentó al 8% en las condiciones de ruido y reverberación. El análisis simple de las condiciones experimentales mostró que la diferencia entre la condición de silencio y la de ruido, y entre la de silencio y la de reverberación fue significativa, pero que la

diferencia entre la condición de ruido y la de reverberación no fue significativa.

El análisis de varianza de estos resultados puso de manifiesto que tanto el efecto principal del grupo de sujetos (oyentes nativos y oyentes no nativos), como el efecto principal de las condiciones experimentales fueron significativos. Sin embargo, la interacción entre estos dos factores no alcanzó el nivel de significancia estadística. Los resultados muestran que tanto los oyentes nativos como los no nativos reconocen satisfactoriamente las consonantes inglesas cuando son presentadas en silencio, pero que tal y como se esperaba, tanto con ruido, como con reverberación los oyentes nativos rinden consistentemente mejor que los oyentes no nativos.

Si bien es cierto que la presencia de ruido y reverberación producen efectos dañinos sobre el reconocimiento de consonantes, los oyentes no nativos sufren más este efecto perjudicial que los nativos, como pone de manifiesto el hecho de que la reducción en los porcentajes de reconocimiento con ruido y con reverberación fuese del 19% en los oyentes nativos y del 25% en los no nativos.

Las confusiones más frecuentes en los oyentes nativos, bajo la condición de ruido, fueron: la B por la F, y la P por la F, y bajo la condición de reverberación fueron: la B y la P por la F, y la P por la B. Mientras que, en los oyentes no nativos las confusiones más frecuentes fueron la B y la P por la F, la B por la H y la R por la L. La exactitud en la percepción de determinadas letras por oyentes no nativos depende de si dichas letras existen o no en el idioma materno de los oyentes no nativos. Si las letras en cuestión no existen en el idioma materno, la discriminación puede realizarse en base a las diferencias acústicas de ambas letras, pero esta discriminación resulta mucho más difícil cuando las consonantes se presentan en situaciones ambientales desfavorables como pueden ser la de presencia de ruido y la de presencia de reverberación en la sala.

Dentro del área de investigación de los efectos del ruido sobre el lenguaje oral es importante hacer alusión no sólo a los resultados experimentales obtenidos en cuanto a inteligibilidad del lenguaje, sino a los obtenidos en relación con los efectos del ruido sobre la comprensión del lenguaje oral. En este sentido, Holloway (1970) observó que cuando se analiza el porcentaje de palabras emitidas correctamente por los sujetos experimentales, el lenguaje oral es relativamente inmune frente a interrupciones de ruidos con niveles de intensidad bajos. Sin embargo, cuando lo que se analiza es el tiempo empleado por los sujetos para tomar una decisión cualquiera sobre las palabras, este tiempo es superior bajo condiciones de ruido, aún cuando el ruido tenga niveles de intensidad bajos.

Adicionalmente, Rabbit (1966, 1968) observó que cuando las personas intentan comprender el lenguaje en presencia de ruido tienden a olvidar el material aprendido previamente en silencio. Estos estudios ponen de manifiesto que el hecho de que las personas deban hacer un gran esfuerzo para enfrentarse a un ruido con altos niveles de intensidad puede repercutir en posteriores disminuciones de su capacidad (Jones y Broadbent, 1979).

Jones y Broadbent (1979) evaluaron el posible coste que para el sujeto implica hacer frente a la tarea de comprender el lenguaje oral bajo situaciones ruidosas. En esta investigación, uno de los objetivos de los autores fue determinar el efecto de diferentes niveles de intensidad del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en una tarea de lectura, y ver en qué medida estos niveles de intensidad se relacionaban con los sentimientos que experimentaban los sujetos en el momento de la prueba.

En la prueba de lectura, uno de los sujetos experimentales leía en voz alta una copia correcta de un texto específico, mientras que el otro sujeto debía oír y chequear una copia incorrecta del mismo texto. Esta prueba podía ser realizada, bien con un ruido suave de oficina (nivel de intensidad: 55 dBC), o bien con uno alto (nivel de intensidad: 80 dBC). En esta prueba, los sujetos estaban "cara a cara" a una distancia de 1,5 metros.

El sentimiento de los sujetos en el momento de la prueba fue evaluado mediante el MACL, en este test los sujetos deben usar una serie de palabras que describen diversos sentimientos, para expresar su sentir en el momento de la prueba de lectura. Así, si la palabra en cuestión define completamente el sentimiento de la persona en ese momento se rodea el signo "VV" (Puntuación: 3), si la palabra sólo describe ligeramente el sentir del sujeto se rodea el signo "V" (Puntuación: 2), si la persona no es capaz de tomar una decisión se rodea el signo "?" (Puntuación: 1), y si la palabra no describe el sentimiento de la persona en el momento de la prueba se rodea la palabra "no" (Puntuación: 0).

Los resultados del análisis del rendimiento de los sujetos en la prueba de lectura mostraron que, en relación con el número de palabras chequeadas, los sujetos experimentales leían menos palabras cuando trabajaban bajo la condición de ruido alto (Número promedio de palabras chequeadas: 4.050) que cuando lo hacían bajo la de ruido suave (Número promedio de palabras chequeadas: 4.374).

En cuanto al porcentaje de errores por omisión y por comisión, las diferencias entre el número de errores en las condiciones de ruido suave y alto no fueron estadísticamente significativas. No obstante, cuando se analizaban conjuntamente ambos porcentajes de errores, éstos eran significativamente superiores en la condición de ruido alto que en la de ruido suave.

Adicionalmente a estos resultados, los autores observaron que a los oradores no les resultaba más difícil leer con ruido alto de lo que les resultaba leer con ruido suave, pero con ruido alto tenían problemas en el momento de recordar o comprender el texto que habían leído. Esto sugiere que el ruido no influye negativamente en la estructura superficial del rendimiento en las tareas de lectura, pero que sí provoca interrupciones a nivel de la estructura profunda. Resultados similares fueron obtenidos por Gósy (1988). Este autor, en una investigación desarrollada con el objetivo de describir la conducta verbal y no verbal de las personas cuando hablan bajo condiciones ruidosas, observó que los sujetos experimentales rendían peor en una prueba de comprensión de un texto cuando tenían que leer dicho texto bajo la presencia de distintos sonidos habituales. De acuerdo con este autor, los sujetos cuando leen bajo condiciones de ruido lo hacen de forma automática, haciendo un esfuerzo para leer lo más rápidamente posible. Este intento por parte de los sujetos de leer más rápido redundaba en un incremento del número de errores de articulación y pronunciación.

En cuanto a los resultados obtenidos por Jones y Broadbent (1979) con el MACL, éstos indicaron que sentimientos tales como: afectuoso, demente, amable, simpático, placentero, concentrado, activo, enérgico, vigoroso, soñoliento, y perezoso decrecían después de que los sujetos habían realizado la tarea de lectura bajo la condición de ruido alto, mientras que sentimientos tales como: inseguro, miedoso, aprensivo, cansado, y depresivo aumentaban.

Un resultado sorprendente en la investigación de Jones y Broadbent (1979) fue que los sujetos afirmaban tener una mayor activación después de que habían trabajado en la condición de ruido suave que después de que lo habían hecho en la de ruido alto. Esto no era previsible debido a que, de acuerdo con la postura teórica de los niveles de activación, el ruido con mayores niveles de intensidad actúa como "activador" produciendo aumentos en el nivel de arousal. No obstante, Jones y Broadbent (1979) consideran que este resultado no puede ser usado en contra de la mencionada postura teórica puesto que el mismo puede ser consecuencia del tipo específico de escala usada para medir el grado de activación de los sujetos.

Otros autores, entre los que están Abel, Alberti y Krever (1988) también han observado que el rendimiento de los sujetos en pruebas de lenguaje, tales como: el test de consonantes de california (CCT), el test modificado de rimas (MRT), el test de características auditivas de cuatro alternativas (FAAF), y el test de percepción del lenguaje (SPIN), decrece en condiciones de trabajo ruidosas, mientras que se mantiene cercano al 100% cuando los sujetos trabajan en silencio. Este efecto perjudicial depende de la edad de las personas y del nivel de sensibilidad de las mismas frente al ruido. Los autores hallaron que los descensos en el rendimiento de los sujetos en las pruebas de lectura bajo condiciones de ruido eran mayores en grupos de personas de más edad y en aquellos en los que la sensibilidad de los sujetos al ruido era alta.

CONCLUSIONES.

Los resultados obtenidos por los distintos autores ponen de manifiesto que cuando las personas deben comunicarse oralmente en situaciones ambientales ruidosas se dificulta considerablemente el proceso de comunicación. En estas condiciones, los mensajes transmitidos son menos inteligibles, las personas deben aumentar la intensidad y la frecuencia fundamental de la voz para que la señal verbal sea captada, disminuye la capacidad de las personas para discriminar el lenguaje, las personas comprenden peor los mensajes verbales y cometen mayor número de errores. En resumen, los resultados muestran que:

A) Con ruido de fondo con niveles de intensidad de 85 dB y superiores todos los sonidos habituales, hasta los menos perturbadores, obligan a las personas a incrementar el nivel de intensidad y la frecuencia fundamental de la voz para que las señales por ellas emitidas sean percibidas y comprendidas. Estos incrementos son mayores a medida que aumenta el nivel de intensidad del ruido de fondo.

Esto no significa que incrementos sucesivos en el nivel de intensidad de la voz faciliten el proceso de captación del lenguaje oral, ya que cuando el nivel de intensidad de la señal es excesivamente alto se produce una sobrecarga en el oído y, por tanto, a partir de ciertos niveles, los aumentos en el nivel de intensidad de la señal no provocan mejoras en el proceso de comunicación.

B) En general, cuando las personas se comunican en ambientes ruidosos, el proceso de discriminación del lenguaje se hace considerablemente más difícil que cuando la comunicación se da en ambientes silenciosos.

C) El uso de protectores auditivos en situaciones de comunicación oral en ambientes ruidosos facilita el proceso de discriminación del lenguaje dependiendo del nivel de intensidad de la señal emitida. En este sentido, cuando las personas se comunican en ambientes ruidosos y la señal tiene un bajo nivel de intensidad (60 dBA) el uso de protectores auditivos no facilita el proceso de percepción, debido a que la atenuación de los protectores abarca tanto al ruido de fondo como a las señales transmitidas oralmente y el nivel de la señal no es lo suficientemente alto como para compensar la atenuación de los protectores. En contraposición, cuando la comunicación se da en presencia de ruido y el nivel de intensidad de la señal se eleva (85 dBA) el uso de protectores auditivos por parte de los sujetos que se comunican sí facilita el proceso de discriminación del lenguaje.

D) Un aspecto que ayuda a las personas a discriminar el lenguaje cuando se comunican en situaciones ruidosas es el contenido semántico del mensaje. Así, se observa que bajo condiciones de ruido, el nivel de discriminación de

las ño-palabras decrece mucho más que el de las palabras y el de las oraciones.

E) Además del nivel de intensidad del ruido de fondo, otro factor que incide negativamente en la inteligibilidad del lenguaje oral es el tiempo de reverberación en el lugar donde se produce la comunicación: a medida que el tiempo de reverberación en la sala aumenta, las puntuaciones de inteligibilidad obtenidas por los sujetos disminuyen.

F) Dos de las variables intrínsecas a las personas que hacen que los efectos dañinos del ruido sobre el proceso de identificación del lenguaje oral sean más acusados son: la pérdida auditiva y el hecho de que el idioma materno del oyente no sea el mismo que aquel en que está codificado el mensaje.

G) Además de la inteligibilidad del lenguaje oral, otro aspecto que se ve influido negativamente por la presencia de un ambiente ruidoso es la comprensión de textos leídos en voz alta. Si la comprensión del texto es medida como la exactitud en las respuestas dadas por los sujetos a preguntas referentes al contenido del texto, la presencia de un ambiente ruidoso provoca que los niveles de comprensión de los sujetos sean más bajos porque, en estas condiciones, los sujetos intentan leer tan rápido como les es posible, lo que les lleva a no prestar atención al contenido del texto leído. Por otra parte, si la comprensión es medida a través de tareas que implican chequeo de textos erróneos, la presencia de ruido hace que los sujetos chequeen un menor número de palabras y cometan más errores. No obstante, los efectos del ruido sobre el nivel de comprensión de los sujetos no ha sido suficientemente estudiado.

6.- EFECTOS DE DISTINTOS TIPOS DE RUIDO Y FORMAS DE PRESENTACION SOBRE EL RENDIMIENTO.

6.1.- EFECTOS DE DISTINTOS TIPOS DE RUIDOS.

Un repaso a la literatura existente en cuanto a los efectos del ruido sobre el rendimiento de los seres humanos muestra que el concepto **ruido** abarca un gran número de tipos distintos de estimulaciones sonoras. De entre esta gran variedad, el **ruido continuo** ha sido el que los investigadores han utilizado con mayor frecuencia en sus investigaciones. Sin embargo, el efecto del **ruido intermitente** ha sido menos estudiado y los resultados muestran que ambos tipos de ruidos pueden tener efectos diferenciales sobre el rendimiento de las personas. En este sentido, Baddeley (1968) halló que no había efectos principales significativos del ruido continuo sobre el rendimiento de los sujetos en el test de razonamiento sintáctico, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en otros estudios sobre los efectos del ruido en operaciones intelectuales similares. Fisher (1972, 1973 cp: Smith, 1985 b) observó que en la tarea de reacción serial de cinco elecciones había una lentificación con ruido intermitente, cuando el estallido del ruido coincidía con la etapa de ejecución de las respuestas. Por otra parte, Woodhead (1964) halló que los estallidos del ruido eran dañinos cuando aparecían durante el período de absorción de la información en una tarea de aritmética mental, pero que no producían efecto alguno cuando aparecían en el período de cálculo. Resultados similares han sido hallados por Salamé y Wittersheim (1978 cp: Smith, 1985 b) quienes observaron que cuando los estallidos del ruido coincidían con la presentación visual de los dígitos hacían que los sujetos cometieran un mayor número de errores que cuando los estallidos aparecían después de la presentación de los dígitos.

Como se recordara, Hartley y Adams (1974) habían planteado que los efectos del ruido sobre el rendimiento están relacionados con el tiempo de duración de la exposición al ruido y que la relación entre efectos del ruido y tiempo de exposición podía ser entendida en términos de cambios en los niveles de arousal generados por el ruido. Una exposición de duración corta al ruido puede ser "despertadora" y este efecto inicial puede ser atribuido al comienzo de una estimulación intensa a la cual el sujeto se adapta con posterioridad. La posterior reducción del nivel de activación general del sujeto podría atribuirse a la monotonía que acompaña a las exposiciones de larga duración al ruido.

Hartley (1974) propuso que si la última parte del efecto adverso del ruido continuo debe a la monotonía y a la falta de variabilidad, entonces la presentación de un ruido intermitente reduciría esta parte del efecto adverso. Por otra parte, si la reacción adversa que sigue al comienzo del ruido se debe a su sonoridad o intensidad, entonces el uso de protectores auditivos al comienzo de la exposición sería beneficioso; este efecto benéfico de los protectores auditivos desaparecería cuando el sujeto empezara a adaptarse a la intensidad del ruido y, en este momento, predominaría el efecto adverso de la monotonía.

Hartley (1974 exp.: 1) evaluó el rendimiento de los sujetos en una tarea de reacción serial de cinco elecciones bajo tres condiciones de sonido: Silencio (70 dBC de intensidad), Ruido continuo (95 dBC de intensidad), y Ruido intermitente (presentaciones alternativas a 70 y 95 dBC de intensidad. Duración media de 70 dBC: 1,5 segs.. Duración media de 95 dBC: 3,0 segs.). Todos los sujetos experimentales fueron evaluados en las tres condiciones de sonido, presentadas en días distintos, pero a la misma hora del día. El rendimiento de los sujetos fue puntuado en bloques de 10 minutos por cada 40 minutos de la prueba.

En este primer experimento, se observó que había un efecto adverso de las condiciones de ruido sobre el número de pausas hechas (gaps). Este efecto reflejó que el número de gaps aumentaba cuando el sujeto se hallaba bajo la condición de ruido continuo o bajo la de ruido intermitente, al comparar estas condiciones con la condición de silencio (Número promedio de gaps: Silencio: 15,6; Ruido intermitente: 25,8; Ruido continuo: 35,5). Pero, comparando la condición de ruido continuo con la de ruido intermitente, se observó que la presencia de ruido intermitente reducía considerablemente el número de pausas hechas por los sujetos. Las condiciones de ruido también tuvieron un efecto significativo sobre el número de errores cometidos, observándose que los errores aumentaban, tanto cuando el sujeto se hallaba en la condición de ruido intermitente, como cuando se hallaba en la de ruido continuo, al comparar estas dos condiciones con la de silencio.

Estos dos resultados indican que la presencia de un ruido intermitente provoca un menor deterioro que la presencia de un ruido continuo cuando lo que se analiza es el número de gaps, pero cuando lo analizado es el número de errores no hay diferencias entre el rendimiento de los sujetos bajo condiciones de ruido intermitente y de ruido continuo. El efecto benéfico del ruido intermitente sobre el número de gaps ocurre sólo después de los 10 primeros minutos de exposición, ya que en el primer bloque de la prueba el efecto adverso del ruido intermitente fue similar al del ruido continuo, pero era sustancialmente menor en los siguientes bloques de la prueba (Ver tabla 22).

BLOQUES	Personas que conocían sus resultados.				Personas que no conocían sus resultados.			
	1	2	3	4	1	2	3	4
SILENCIO	1,44	2,67	3,78	4,00	1,83	6,11	5,44	6,00
INTERMITEN.	4,78	5,39	6,83	7,44	4,56	6,44	8,06	8,17
CONTINUO	4,39	8,28	9,78	9,50	6,33	10,17	11,67	10,94

TABLA 22: Número promedio de gaps en cada uno de los bloques experimentales de 10 minutos y bajo cada una de las condiciones de sonido.

En un segundo experimento, este mismo autor se avocó al análisis del efecto que tiene el uso de protectores auditivos sobre el rendimiento en la misma tarea de reacción serial de cinco elecciones cuando los sujetos debían trabajar bajo condiciones de sonido. En este experimento, los sujetos realizaban la tarea tanto bajo una condición denominada silencio (nivel de intensidad: 70 dBC) como bajo una denominada ruido (nivel de intensidad: 95 dBC), y la realizaban con y sin protectores auditivos. Al igual que en el experimento anterior, el rendimiento fue puntuado en bloques de 10 minutos por cada 40 minutos de prueba.

Los resultados mostraron que, analizando los gaps, había un efecto adverso de la condición de ruido al compararla con la condición de silencio. Por otra parte, se halló que en los primeros 20 minutos de la prueba, el ruido no tenía efectos adversos sobre el número de gaps cuando los sujetos hacían uso de los protectores auditivos. Por el contrario, cuando los sujetos no tenían puestos los protectores auditivos había un efecto adverso del ruido en estos primeros 20 minutos de la prueba. En los últimos 20 minutos de la prueba, la interacción protectores auditivos por condiciones de sonido desapareció. Este resultado experimental indica que el uso de protectores auditivos reduce el efecto adverso que tiene el ruido continuo en la primera mitad de la prueba, pero que los protectores tienen poco o ningún efecto después.

Considerando el número de errores, éstos no se vieron afectados adversamente, ni por el ruido continuo, ni por el uso o no de los protectores, y estas variables no interactuaron entre sí.

El patrón de resultados hallado en el experimento 1 de Hartley (1974) concuerda con la explicación de que cualquier efecto adverso inicial del ruido continuo sobre el rendimiento se debe al nivel de activación generado en el sujeto, pero que cualquier decremento posterior del rendimiento causado por el ruido puede deberse a la monotonía, la cual puede ser parcialmente disminuida por la intermitencia o variabilidad del ruido.

En cuanto al efecto del uso de protectores, queda claro que su efecto benéfico se restringe a los primeros 20 minutos de la exposición al ruido, sugiriendo así que la intensidad del ruido causa el efecto adverso inicial del ruido continuo.

Hartley (1974) concluyó que el ruido continuo y el intermitente son aproximadamente iguales en su cualidad despertadora, ya que ambos tienen el mismo nivel de intensidad, y que el principal beneficio de la intermitencia se centra en que reduce la monotonía más que en que aumenta el nivel de arousal. Esto implica que la monotonía no puede ser considerada simplemente como el polo opuesto a la activación. En realidad parece haber dos mecanismos involucrados en el nivel de activación general de los sujetos, uno de los cuales se ve afectado por la monotonía y el otro por el nivel de intensidad del ruido.

Posteriormente, Smith (1985 b) comparó los efectos de distintos tipos de ruidos sobre el rendimiento de los sujetos en dos pruebas verbales cortas, una de procesamiento semántico y la otra de razonamiento sintáctico.

Este autor predijo, por una parte, que el ruido intermitente dañaría el rendimiento de los sujetos en el test de razonamiento sintáctico si el estallido coincidía con la etapa de adquisición de la información o con el período en que el sujeto responde, pero que tendría pequeños efectos si el estallido ocurría en el período de razonamiento. De acuerdo con este autor, el ruido continuo no tendría efectos sobre el rendimiento de los sujetos en esta tarea de razonamiento sintáctico. Por otra parte, y en función de los resultados hallados por Eysenck y Eysenck (1979) y Wilding y Mohindra (1983), Smith (1985 b) esperaba que no hubiese efectos significativos del ruido continuo sobre el rendimiento de los sujetos en la tarea de procesamiento semántico. Con respecto a los efectos del ruido intermitente sobre esta tarea, predijo que habría un detrimento en el rendimiento si el estallido del ruido ocurría cuando la oración se empieza a leer, o cuando el sujeto está respondiendo, pero tendría pocos efectos en el proceso de verificación.

Para comenzar, el autor estudió los efectos del ruido continuo en ambos tipos de tareas. La tarea de procesamiento semántico consistió en un gran número de oraciones donde los sujetos debían indicar si ellos consideraban a las oraciones como correctas o como erróneas en un período de tiempo de tres minutos. La tarea de razonamiento sintáctico implicaba comprobar proposiciones alineadas; cada oración se refería al orden de las letras A y B (Ej: A sigue a B) e iba seguida por otras letras: AB o BA. El sujeto debía leer las oraciones, ver el orden de las letras, y decidir si las oraciones eran verdaderas o falsas en un período de tiempo de tres minutos. La mitad de los sujetos realizaban la tarea de procesamiento semántico y la otra mitad la de razonamiento sintáctico. Todos los sujetos fueron evaluados bajo dos condiciones de sonido: Ruido (ruido continuo con nivel de intensidad de 85 dBC) y Silencio (ruido continuo con nivel de intensidad de 55 dBC).

El autor halló que los resultados confirmaban la predicción hecha: ni en el rendimiento en la tarea de procesamiento semántico, ni en el rendimiento en la tarea de razonamiento sintáctico había un efecto principal significativo de las condiciones de sonido. De hecho, en la tarea de procesamiento semántico, el número promedio de oraciones completadas en silencio fue de 130, y el número promedio de oraciones completadas bajo la condición de ruido fue de 130,2. En la tarea de razonamiento sintáctico, el número promedio de ítems completados en silencio fue de 45,7, y el número promedio con ruido fue de 48,6.

En el segundo experimento, Smith (1985 b) evaluó con más detalle los efectos de ruidos intermitentes y aglomerados sobre el rendimiento de los sujetos en las tareas de procesamiento semántico y razonamiento sintáctico, comparando estos efectos con los del ruido continuo y con los del silencio. Las condiciones de sonido presentadas fueron las siguientes:

- A) Silencio: nivel de intensidad del ruido: 55 dBC.
- B) Ruido continuo: nivel de intensidad del ruido: 85 dBC.
- C) Ruido intermitente: nivel de intensidad de los estallidos: 85 dBC, y duración total del ruido: 45 segs.
- D) Ruido aglomerado: consistió en sonidos de informativos de radio, de mecanografía, y de música popular con un nivel de intensidad máximo de 85 dBC.

Los sujetos experimentales fueron asignados aleatoriamente a cada una de las condiciones de sonido. En cada condición, los sujetos realizaban, tanto la tarea de razonamiento sintáctico, como la de procesamiento semántico, bien en el orden sintáctico-semántico o bien en el orden semántico-sintáctico.

El autor halló que, como puede verse en la tabla 23, y en cuanto a la tarea de procesamiento semántico, los sujetos completaban más ítems en silencio y en la condición de ruido continuo que en las otras dos condiciones de sonido (ruido intermitente y ruido aglomerado). En relación con la tarea de razonamiento sintáctico, los sujetos completaron menos ítems en la condición de ruido aglomerado que en las otras tres condiciones sonoras (este resultado fue obtenido nuevamente en el tercer experimento realizado por el autor). Sin embargo, analizando el número promedio de errores cometidos por los sujetos en esta última tarea, no halló un efecto principal significativo de las condiciones de sonido.

Los resultados de este experimento no confirmaron la predicción de que el ruido aglomerado perjudicaría en mayor medida que el intermitente al rendimiento de los sujetos, tanto en la tarea semántica como en la sintáctica. Realmente, el efecto diferencial fue hallado sólo con el ruido intermitente, el cual afectó negativamente al rendimiento de los sujetos en la tarea semántica, pero no tuvo ningún efecto en la sintáctica.

CONDICIONES DE SONIDO

	SILENCIO	RUIDO CONTINUO	RUIDO AGLOMERADO	RUIDO INTERMITENTE
SEMANTICO	120,5	121,7	105,4	104,0
SINTACTICO	46,7	46,3	37,8	46,4

TABLA 23: Número promedio de oraciones completadas en la tarea de procesamiento semántico y número promedio de ítems completados en la de razonamiento sintáctico bajo diferentes condiciones de sonido.

Finalmente, en un cuarto experimento, el autor reevaluó los efectos de todas las condiciones de sonido sobre el rendimiento de los sujetos en la tarea de procesamiento semántico. El resultado más interesante fue que los sujetos mejoraban su nivel de rendimiento con la práctica, pero que la mejora dependía de la condición de ruido en la cual se encontraban. Así, el grupo en silencio (nivel de intensidad: 55 dBC) completó un extra de 15,14 ítems, con ruido continuo (nivel de intensidad: 85 dBC) hubo un extra de 16,40 ítems, con ruido aglomerado el extra fue sólo de 4,50 ítems, y con ruido intermitente el extra fue de 5,11 ítems.

CONCLUSIONES.

En general, los resultados de este grupo de experimentos ponen de manifiesto que:

A) La presencia de un ruido blanco continuo no afecta al rendimiento de los sujetos, ni en tareas de procesamiento semántico, ni en tareas de razonamiento sintáctico.

B) El rendimiento de los sujetos en estas dos tareas se ve afectado negativamente por la presencia del ruido conglomerado, si bien es cierto que su efecto dañino en la tarea de procesamiento semántico no es mayor que el causado por la presencia del ruido intermitente.

C) El ruido intermitente perjudica el rendimiento de las personas en la tarea de procesamiento semántico, pero tiene pocos efectos en la tarea de razonamiento sintáctico. Una posible explicación de este efecto diferencial del ruido intermitente es, según Smith (1985 b), la siguiente:

En la prueba de procesamiento semántico se completaban más ítems que en la de razonamiento sintáctico y esto muestra que los sujetos al realizar el test de procesamiento semántico emplean más tiempo en la adquisición de nueva información y en la elaboración de

las respuestas que el tiempo que emplean en la prueba de razonamiento sintáctico. El ruido intermitente, probablemente, daña la absorción de información y la ejecución de la respuesta, de esta forma es lógico esperar que el rendimiento en la tarea semántica se vea afectado negativamente por los estallidos del ruido intermitente.

No obstante, y dado que en estos experimentos la tarea era de papel y lápiz, no es posible determinar si efectivamente los estallidos del ruido ocurrían justamente en las etapas de adquisición de la información y elaboración de las respuestas, o si por el contrario, aparecían durante la etapa de procesamiento de las oraciones.

Además de esto, estudios previos revisados por Broadbent (1979) han mostrado que la cuantía del efecto dañino del ruido está frecuentemente relacionada con la cuantía de los cambios en el nivel de intensidad del ruido. Obviamente, los ruidos blancos continuos no presentan cambios en el nivel de intensidad, mientras que los cambios de silencio a ruido presentes en el ruido intermitente implican cambios bruscos en los niveles de intensidad.

D) Cuando las personas realizan tareas fundamentalmente visuales como puede ser el test de reacción serial de cinco elecciones, se observa que, al igual que ocurre con el rendimiento de los sujetos en tareas verbales, los efectos de la presencia de un ruido continuo y los efectos de la presencia de ruidos intermitentes son cualitativamente diferentes. En este sentido, y en general, se puede afirmar que el rendimiento de los sujetos medido como número de gaps es significativamente peor bajo condiciones de ruido que bajo condiciones de silencio. No obstante, comparando los efectos del ruido intermitente con los del ruido continuo, la presencia de ruido intermitente reduce considerablemente el número de pausas hechas por los sujetos. Cuando el rendimiento es medido como número de errores, las diferencias entre los efectos de ambos tipos de ruidos desaparecen.

E) El efecto benéfico del ruido intermitente sobre el número de pausas ocurre sólo después de unos minutos de haber comenzado la exposición. Este patrón de resultados indica que el ruido continuo afecta negativamente al rendimiento al comienzo de la tarea debido al nivel de activación generada por la intensidad de esta estimulación, pero que el efecto adverso posterior se debe a la monotonía, la cual puede disminuir por la presencia del ruido intermitente. Por esta misma razón, el uso de protectores auditivos por parte de los sujetos cuando trabajan bajo condiciones de ruido tiene un efecto benéfico sobre el rendimiento en los primeros minutos de la exposición, pero luego el uso de protectores tiene poco o ningún efecto.

6.2.- EFECTOS DE DISTINTAS FORMAS DE PRESENTACION DEL RUIDO.

Las variables hasta aquí estudiadas no son las únicas que pueden relacionarse con los efectos del ruido observados por los investigadores del área. Hartley y Carpenter (1974) evaluaron otro aspecto, a saber: el efecto diferencial de que el ruido sea de campo libre o se presente a través de audífonos. En este sentido, se ha hallado que el ruido continuo de alta intensidad de campo libre afecta al rendimiento en tareas como los test de reacción serial, los de vigilancia, los de discriminación visual, etc. En contraste, no se ha hallado que ruidos de alta intensidad presentados a través de audífonos causen deterioro en ciertas tareas que sí se ven afectadas por el ruido de campo libre (Broadbent, 1958, 1960). No obstante, y a pesar de estos resultados, autores como Corcoran (1962), Wilkinson (1963), y Smith y Broadbent (1985) han encontrado indicios de que el ruido presentado a través de audífonos tiene efectos similares a los producidos por el ruido de campo libre.

Por supuesto, hay diferencias entre el ruido de campo libre y el presentado a través de audífonos. Estas diferencias involucran a la **similaridad de la información recibida por ambos oídos**, a la **intensidad del ruido percibida por los sujetos**: la intensidad del ruido percibida por los sujetos cuando se presenta mediante audífonos puede ser en más de 10 dB menor que la intensidad percibida, al mismo nivel de presión sonora, del ruido de campo libre, y a los **cambios temporales en los umbrales de audición**: los cambios temporales en los umbrales de audición son menores cuando siguen a una exposición al ruido presentado a través de audífonos que cuando siguen a la presentación de un ruido de campo libre con igual nivel de presión sonora (Hartley y Carpenter, 1974).

Hartley y Carpenter (1974) compararon los efectos de presentar un sonido a través de audífonos y de campo libre sobre el rendimiento de las personas en el test de reacción serial de cinco elecciones, teniendo cuidado de que el nivel de presión sonora fuera idéntico en ambas formas de presentación. En este experimento, en la condición de ruido el nivel de presión sonora fue de 95 dBC, y en la de silencio fue de 70 dBC. Los sujetos realizaban la tarea de reacción serial, tanto bajo la condición de ruido como bajo la de silencio, presentadas a través de audífonos y de campo libre, en sesiones experimentales llevadas a cabo en días diferentes pero a la misma hora del día. Las puntuaciones en la prueba fueron obtenidas en bloques de 10 minutos cada uno.

Los sujetos experimentales afirmaron que ambos métodos de presentación "sonaban" diferente. Un análisis detallado del espectro del ruido mostró que la condición de ruido de campo libre contenía numerosas resonancias de entre 1 dB y 6 dB, mientras que el ruido con audífonos estaba completamente libre de resonancias.

Los resultados obtenidos por estos autores en cuanto al rendimiento de los sujetos en la prueba de reacción serial se reflejan en la tabla 24.

Los autores hallaron que, analizando el número de respuestas correctas, no había un efecto principal significativo, ni del nivel de presión sonora del sonido, ni de la forma de presentación del sonido.

En relación con el número promedio de errores cometidos por los sujetos, se halló un efecto significativo de las condiciones de sonido, el cual reflejó que los sujetos cometían más errores cuando trabajaban con ruido que cuando trabajaban en silencio, pero no había diferencias fiables entre la presentación del sonido a través de audífonos y la presentación de campo libre. No obstante, se observó que había una tendencia a que el número de errores aumentara mucho más con ruido de campo libre, al comparar ésta condición con la de silencio, pero que con el ruido presentado a través de audífonos el incremento en el número de errores era pequeño, al comparar esta forma de presentación del ruido con la condición de silencio. Este aumento en el número de errores fue estadísticamente significativo sólo en la última mitad de la prueba.

Evaluable el número de gaps, hallaron que en la condición de ruido los sujetos hacían más pausas que en la de silencio, pero este incremento en el número promedio de pausas ocurría, tanto en la presentación con audífonos, como en la de campo libre. No obstante, hubo una tendencia a que los sujetos tuviese más gaps bajo la condición de ruido presentado a través de audífonos que bajo la de presentación de campo libre.

Bloques	PAUSAS				ERRORES			
	RA	RCL	SA	SCL	RA	RCL	SA	SCL
1	9,44	6,82	4,68	4,62	6,62	10,38	7,26	6,38
2	12,50	9,88	6,76	5,16	7,82	10,38	6,88	8,12
3	14,00	11,00	7,76	9,00	7,32	8,02	5,82	6,44
4	17,06	12,26	9,38	8,00	9,00	10,02	6,68	6,76

TABLA 24: Número promedio de pausas y número promedio de errores obtenidos en las condiciones de ruido presentado a través de audífonos (RA), ruido de campo libre (RCL), silencio presentado a través de audífonos (SA), y silencio de campo libre (SCL).

En general, los resultados obtenidos en cuanto al rendimiento de los sujetos muestran que hay una tendencia a que el ruido presentado a través de audífonos tenga unos efectos más adversos sobre el número de gaps cometidos por los

sujetos, al comparar esta condición con la de silencio, y a que el ruido de campo libre tenga unos efectos más adversos sobre el número de errores, al comparar esta condición con la de silencio.

Los resultados de esta investigación reflejan dos efectos distintos del ruido continuo. Por una parte, el ruido presentado en campo libre es percibido como de mayor intensidad que el presentado a través de audífonos. Por otra parte, el ruido presentado por audífonos proporciona una entrada de la señal auditiva más coherente y menos variable que el de campo libre. Adicionalmente, el ruido presentado a través de audífonos enmascara con mayor efectividad los sonidos generados por el propio sujeto y por el equipo que el ruido de campo libre. Los factores, mayor sonoridad percibida del ruido de campo libre y mayor deprivación perceptual causada por el ruido presentado a través de audífonos, pueden estar relacionados con los diferentes deterioros en el rendimiento causado por los dos ambientes sonoros: el efecto adverso del ruido presentado a través de audífonos en las pausas puede estar relacionado con la deprivación perceptual que acompaña al ruido, y el efecto adverso del ruido de campo libre sobre los errores puede estar relacionado con la intensidad y la molestia percibida por los individuos.

CAPITULO II.

**APROXIMACIONES TEORICAS PARA LA
EXPLICACION DE LOS EFECTOS DEL
RUIDO SOBRE EL RENDIMIENTO.**

1.- EFECTOS DEL RUIDO ENTENDIDOS COMO UN ENMASCARAMIENTO DEL LENGUAJE INTERNO.

La información del mundo exterior que nos llega, a través de los sentidos, al almacenamiento sensorial es prácticamente un registro literal de la realidad; por lo tanto, podemos considerarla como precategórica, sin una descripción semántica o simbólica del estímulo, a no ser que supere este estadio de procesamiento inicial y la información se transfiera a otro almacén de la memoria. La capacidad de almacenamiento es grande, pero la pérdida de información es rápida. Esta pérdida de información puede deberse al simple paso del tiempo o "borrarse" al entrar información nueva en el sistema. La función que desempeña el almacén sensorial es la de mantener la información durante un breve período de tiempo, lo que permite transmitirla de forma selectiva a otro almacén, generalmente a corto plazo. Atkinson y Shiffrin (1968) incluyeron este almacén sensorial en su modelo multialmacén de la memoria, pero sus datos sólo se refieren al almacenamiento visual.

Spearling (1960), describió las características fundamentales del almacenamiento visual planteando que es de capacidad limitada y en el que la información se pierde rápidamente. Según algunos autores, para que la información almacenada en el almacén sensorial no se pierda es necesario transferirla al almacén a corto plazo o memoria primaria. Spearling (1967 cp: Colle y Welsh, 1976) propuso que los contenidos de la imagen se exploran mediante un mecanismo de denominación; esta exploración puede dar lugar a un sonido externo, a un repaso subvocal, o a una traducción en forma motora. La estimación de la información en la memoria primaria proviene de la información almacenada en la memoria sensorial auditiva. Esta memoria sensorial auditiva presenta características análogas a las propuestas por este mismo autor para el almacenamiento visual. La naturaleza fonológica de la memoria primaria ha sido apoyada por los resultados de estudios realizados sobre el efecto de similaridad fonológica, el fenómeno de intrusión fonológica y el efecto de modalidad, de acuerdo con los cuales, la memoria a corto plazo es particularmente sensible a la estructura sonora del material a ser recordado por la persona.

En 1970, Spearling planteó un modelo más complejo en el que el componente de exploración-repetición consta de un proceso de exploración rápida, un retén de reconocimiento de memoria, y una operación posterior de repetición. La función de la **exploración** sería la de seleccionar qué información debe ser procesada, siendo por tanto un proceso selectivo. El

retén de reconocimiento contiene órdenes motoras que especifican la manera de pronunciar cada elemento presentado, de forma que codifica instrucciones para los movimientos articulatorios. Este retén de reconocimiento existe como parte del mecanismo que produce el lenguaje sensible al contexto. Spearling (1967 cp: Colle y Welsh, 1976) asume que cuando los comandos del retén de reconocimiento son ejecutados explícitamente por el sujeto se produce el lenguaje, así mismo, estos comandos pueden ser ejecutados implícitamente produciéndose el llamado **lenguaje interno**. El retén de reconocimiento tiene, por tanto, la capacidad de "leer" información a partir de la memoria sensorial auditiva. Estos dos componentes especializados en la recepción y producción de información auditiva pueden ser responsables del fenómeno de la memoria primaria y el resultante recuerdo a corto plazo de estímulos lingüísticos auditivos y visuales. Finalmente, la **operación de repetición** sirve para transferir la información al almacén ecoico. Este modelo intenta describir el mecanismo que subyace a la capacidad de las personas para mantener la información en la memoria primaria mediante el uso del repaso.

Como resultado de la propuesta de Spearling (1967 cp: Colle y Welsh, 1976; 1970) se predice que puesto que la información que sustenta el recuerdo a corto plazo y que proviene de la memoria primaria debe pasar a través de la memoria sensorial auditiva, podría ser degradada por otra información cualquiera que requiera el uso simultáneo de la memoria. Dado que la memoria sensorial auditiva trabaja de forma similar a la visual, es preatentiva y una gran variedad de estímulos auditivos pueden producir efectos sobre la misma. Así, estímulos acústicos irrelevantes podrían enmascarar la memoria representativa en la memoria sensorial auditiva produciendo pérdidas en la memoria primaria (Colle y Welsh, 1976).

Esta es, de forma resumida, la fundamentación teórica básica de una de las explicaciones propuestas en la literatura en relación a los efectos del ruido sobre el rendimiento del ser humano cuando realiza tareas que implican memorización y posterior recuerdo de información, a saber, el denominado *enmascaramiento del lenguaje interno*.

Como resultado de esta propuesta se supone que la presencia del ruido causa un deterioro en el rendimiento de las personas en tareas de recuerdo de información a corto plazo. Sin embargo, y como se ha puesto de manifiesto en el capítulo anterior, no todos los investigadores han hallado este efecto perjudicial del ruido, por lo que la explicación basada en el enmascaramiento no está completamente aceptada como única. Las diferencias observadas en los resultados experimentales se deben, en gran parte, a lo complejo que resulta aislar y controlar todo el conjunto de variables que pueden influir en los efectos del ruido observados con diferentes paradigmas experimentales. A continuación presentamos algunos de los resultados más relevantes hallados en cuanto a la propuesta del enmascaramiento del lenguaje interno como explicación teórica de los efectos del ruido sobre el rendimiento humano.

Entre las posibles interpretaciones propuestas, dentro de esta postura teórica, para explicar los hallazgos de que la presencia del ruido gaussiano no deteriora el rendimiento de los sujetos en tareas de recuerdo a corto plazo, Colle y Welsh (1976) aportan dos, a saber: la explicación del filtro y la de la compensación.

De acuerdo con la explicación del filtro, no toda la información auditiva que entra al sistema de memoria es procesada de la misma forma, ni con la misma extensión. Así, si una fuente de ruido irrelevante es filtrada antes de que alcance el nivel en el cual la información visual recodificada se almacena, entonces la interacción entre ambas informaciones no ocurre y, por ende, no se espera un deterioro del rendimiento. En otras palabras, no todos los estímulos enmascaradores son igualmente efectivos. En este sentido, se ha observado que el ruido gaussiano no es un enmascarador adecuado, ni para vocales, ni para tonos. De acuerdo con esta explicación, muchos de los hallazgos en relación a la ausencia de un deterioro del rendimiento provocado por el ruido pueden deberse a la no efectividad del estímulo enmascarador utilizado.

En la explicación de la compensación se asume que los sujetos son capaces de compensar la presencia del ruido. En este sentido, Spearling (1967 cp: Colle y Welsh, 1976) observó que cuando los sujetos realizan tareas de recuerdo a corto plazo con ruido, algunos repasan la lista de estímulos en voz alta, y esta actividad articulatória compensa el aumento del nivel de intensidad del ruido. De acuerdo con el modelo de memoria de Spearling antes descrito, la ausencia de un deterioro en el rendimiento bajo condiciones de ruido ocurre debido a la ejecución implícita del retén de reconocimiento de una forma más vigorosa cuando el ruido está presente. Este incremento en la ejecución implícita del retén de reconocimiento permite aclarar o "fortalecer" la memoria sensorial auditiva. En aquellos casos en que el ruido es demasiado intenso, la actividad articulatória puede comenzar a ser explícita surgiendo el lenguaje observado por Spearling (1967 cp: Colle y Welsh, 1976).

En 1976, Colle y Welsh intentaron evaluar estas dos explicaciones a la ausencia de efectos perjudiciales del ruido sobre el rendimiento. En su investigación usaron como fuente de ruido un material lingüístico presentado en un idioma extranjero, indicándole a los sujetos que debían ignorar este material lingüístico extranjero. Los autores usaron este tipo de fuente de ruido con el objetivo de evitar que la fuente de ruido fuese filtrada y que el material presentado pudiera ser repasado, confundido con el material a ser recordado, o procesado semánticamente. Adicionalmente, redujeron la actividad articulatória normal de los sujetos mediante el uso de un depresor de la lengua.

Los autores predijeron que si los fracasos anteriores en obtener efectos dañinos del ruido se deben al uso de estímulos enmascaradores inadecuados, que si la lengua extranjera es un enmascarador adecuado, y que si la compensación por parte de

los sujetos no ocurre, entonces los datos pondrían de manifiesto un efecto simple del ruido y se observaría un deterioro en el nivel de recuerdo cuando el ruido está presente, independientemente de las restricciones articulatorias. Por el contrario, si ocurre un proceso de compensación y si las restricciones articulatorias reducen dicha compensación, entonces el rendimiento de los sujetos se deteriorará sólo en aquellos casos en los que el ruido está presente y la articulación es suprimida.

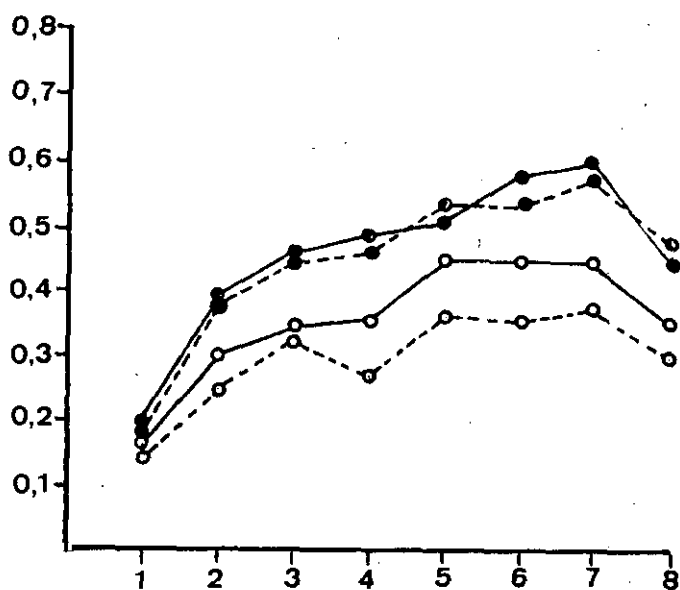
El material estímulo presentado a los sujetos experimentales consistió en dos grupos de letras diferentes: un grupo de letras fonológicamente diferentes (F, K, L, M, Q, R, X, Y) y un grupo de letras fonológicamente similares (B, C, D, G, P, T, V, Z). El orden de las letras fue determinado aleatoriamente, generándose dos grupos de 48 listas. El material lingüístico usado como ruido fue presentado binauralmente a través de audífonos y a un nivel de sensación de 85 dB. De esta forma, los sujetos experimentales trabajaban, bien con la lista de letras similares, o bien con la de letras disimilares en cuatro condiciones experimentales, a saber: condiciones de sonido (silencio y ruido), condiciones de articulación (con depresor de la lengua y sin depresor de la lengua).

Estos autores hallaron que, utilizando las listas de letras fonológicamente diferentes, los resultados no permiten apoyar la hipótesis de la compensación, ya que con ruido irrelevante presente había un incremento significativo de los errores cometidos por los sujetos, independientemente de que la articulación estuviese o no suprimida (Ver gráfico 6) y, de acuerdo con la hipótesis de la compensación, los sujetos debían haber cometido más errores cuando el ruido irrelevante estaba presente y los sujetos usaban el depresor de la lengua. Así mismo, con las listas fonológicamente similares, no hubo efectos significativos, ni del depresor de la lengua, ni del ruido, y la interacción entre condiciones de articulación y condiciones de sonido no fue significativa.

Adicionalmente, Colle y Welsh (1976) evaluaron el efecto de la similaridad fonológica de la lista y observaron que, en silencio, el rendimiento de los sujetos era mejor con las listas fonológicamente diferentes (este es el efecto típico de la similaridad). No obstante, en presencia de ruido no hubo una diferencia significativa en el número de errores cometidos con las listas fonológicamente similares y diferentes. De esta forma, parece que la similaridad fonológica de los estímulos y el ruido tienen una influencia redundante sobre las representaciones de la memoria, operando ambos sobre la misma información.

En función de estos resultados, Colle y Welsh (1976) concluyeron que la explicación de la compensación no es adecuada y que, probablemente, en otros estudios no se hallan observado efectos negativos del ruido sobre el nivel de recuerdo de los sujetos debido al uso de enmascaradores inadecuados.

Proporción de
errores



Posición en la serie

● — ● R - CDL

● - - - ● R - SDL

○ — ○ S - CDL

○ - - - ○ S - SDL

GRAFICO 6: Rendimiento de los sujetos en las listas fonológicamente diferentes con y sin ruido (R y S), y con y sin depresor de la lengua (CDL y SDL).

La disminución en el rendimiento observada con ruido por Colle y Welsh (1976) puede deberse a una pérdida de información en la memoria primaria, o puede ser consecuencia de una interferencia creada por el ruido en el proceso de transferencia de la información de la memoria primaria a la secundaria. En un segundo experimento, estos investigadores trataron de localizar en qué parte del sistema de memoria tenían lugar los efectos del ruido. Para el logro de este objetivo usaron una tarea aritmética interventora, la cual debía realizarse después de la presentación del material a recordar y antes del período de recuerdo.

Los autores predijeron que si el ruido deteriora la adquisición de información por parte del sistema de la memoria secundaria, entonces los efectos del ruido no se reducirán después de que la información en la memoria primaria es eliminada mediante la realización de la tarea interventora. Por el contrario, si los efectos del ruido ocurren como consecuencia de una pérdida de la información en la memoria primaria, entonces los efectos del ruido serán eliminados cuando el recuerdo siga a la realización de la tarea interventora.

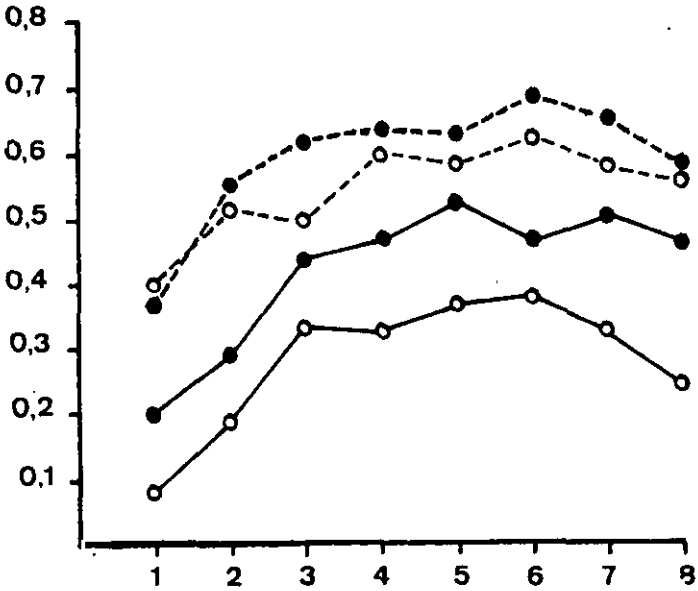
Los resultados de Colle y Welsh (1976 exp.: 2) apoyan la hipótesis de que el efecto del ruido se centra en una pérdida de información en la memoria primaria, ya que cuando no hubo la tarea aritmética interventora el ruido produjo un incremento significativo del porcentaje de respuestas incorrectas, pasando del 27, 7% en silencio al 39,8% con ruido. Por el contrario, cuando los sujetos realizaron la tarea interventora, el rendimiento bajo condiciones de ruido no difirió significativamente del rendimiento de los sujetos bajo la condición de silencio (Ver gráfico 7).

Comparando la condición en la que se presentaba la tarea aritmética interventora con aquella en la que los sujetos no realizaban la tarea interventora, se observó que la presencia de la tarea interventora produjo un incremento considerable en la proporción de errores cometidos por los sujetos, tanto cuando trabajaban en silencio, como cuando lo hacían con ruido. Esto significa que la intervención de una tarea irrelevante entre la presentación del material verbal a ser recordado y el período de recuerdo reduce la cantidad de información en la memoria primaria.

Estos resultados apoyan el punto de vista de que los efectos del ruido están localizados en la memoria primaria y no en la memoria secundaria a largo plazo. La ausencia de efectos del ruido después de que los sujetos realizaban la tarea interventora están en contradicción con la explicación simplista según la cual el ruido simplemente distrae a las personas haciendo que no presten atención al estímulo.

Los resultados de los dos experimentos realizados por Colle y Welsh (1976) son consistentes con la hipótesis de que un componente de la memoria primaria es auditivo y que aún la información visual puede ser recodificada y almacenada auditivamente.

Proporción de errores



Posición en la serie

- Ruido - Arit.
- Silencio - Arit.
- Ruido - No Arit.
- Silencio - No Arit.

GRAFICO 7: Rendimiento de los sujetos en recuerdo de listas fonológicamente diferentes cuando el recuerdo ocurre después de una tarea aritmética y cuando no se presenta la tarea interventora.

Dentro de la propuesta teórica basada en el enmascaramiento del lenguaje interno, Poulton (1976) propuso que el ruido alto perjudica el rendimiento de la memoria a corto plazo porque enmascara el repaso verbal interno necesario para mantener la información en el almacén a corto plazo. De acuerdo con Poulton (1976), cuando el sujeto trabaja con ruido no puede oírse a sí mismo repasando. La consecuencia de este repaso degradado bajo condiciones de ruido es que el material almacenado en la memoria a corto plazo se pierde con más facilidad. Por lo que, el autor consideró que la naturaleza activadora del ruido es irrelevante.

Millar (1979), en un intento por evaluar la propuesta de Poulton (1976), predijo que si el ruido enmascara el repaso verbal interno, entonces el rendimiento de las personas con ruido será inferior al obtenido bajo condiciones de silencio, pero que si el repaso es impedido, tanto en la condición de ruido, como en la de silencio, el rendimiento de los sujetos deberá ser idéntico en ambas condiciones. El repaso verbal interno, según Baddeley et al. (1975), puede ser impedido mediante el uso de una tarea articulatoria que el sujeto debe realizar simultáneamente a la memorización. Una tarea de este tipo puede ser, por ejemplo, contar rápidamente en voz alta.

En la investigación de Millar (1979, los sujetos experimentales debían realizar una tarea de recuerdo de consonantes presentadas visualmente. En cada ensayo, las consonantes fueron presentadas a una tasa de dos consonantes por segundo. Después de la presentación de cada lista de ocho consonantes, los sujetos disponían de 8,5 segundos para escribir el mayor número de letras que ellos pudiesen recordar. Así mismo, en la condición de repaso suprimido, se pidió a los sujetos que contaran rápidamente del uno al siete durante la presentación de la lista de consonantes hasta que la última consonante de la lista apareciese. Los sujetos fueron asignados aleatoriamente a dos condiciones de sonido: ruido (Ruido continuo de campo libre con nivel de intensidad de 92 dBA) y silencio (Ruido continuo de campo libre a 75 dBA de intensidad).

En este estudio, el autor analizó diferentes formas de medir el rendimiento de los sujetos en la tarea de recuerdo:

- A) Recuerdo total correcto (Número total de letras recordadas, independientemente de la posición serial).
- B) Recuerdo del orden serial correcto (Número de consonantes recordadas en su posición serial correcta).
- C) Número de errores por comisión (Número de consonantes recordadas, pero no presentadas en la lista).
- D) Confusiones acústicas (Número de consonantes acústicamente similares a las presentadas).
- E) Número de errores por omisión (Número de consonantes no recordadas).

A efectos del análisis de los resultados, cada sesión experimental fue dividida en dos partes, ya que algunos autores habían hallado que los efectos del ruido sobre el

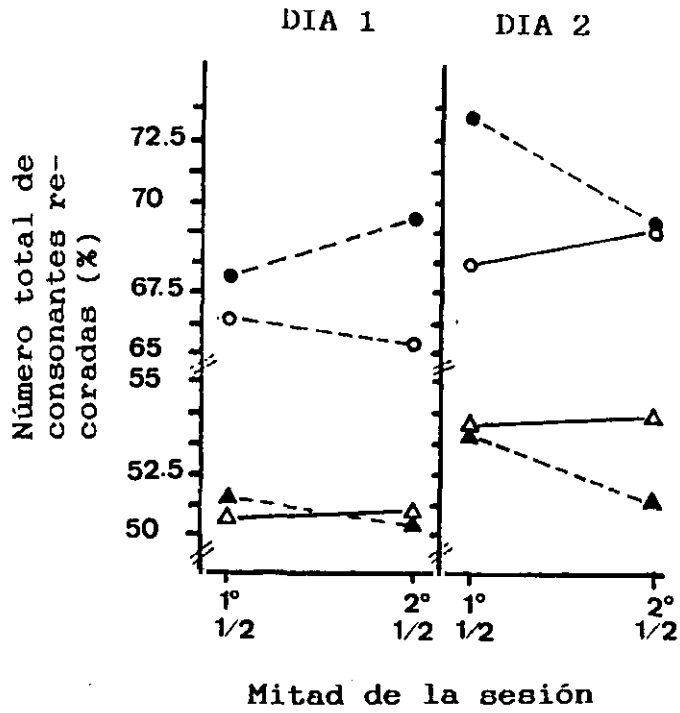
rendimiento varían en función del tiempo en la tarea.

Utilizando como medida del rendimiento el **recuerdo total correcto**, los resultados indicaron que, ni el efecto principal de las condiciones de sonido, ni su interacción con las condiciones de repaso fueron significativos. Sin embargo, las condiciones de sonido interactuaban fiablemente con los días (Día 1 y Día 2) y con la mitad de la sesión (Primera y Segunda mitad). En el primer día, el recuerdo en la condición de silencio mejoró con el paso del tiempo, mientras que en la condición de ruido, el recuerdo permaneció constante durante toda la sesión; esto fue cierto sólo para la condición en la que se permitía el repaso verbal interno de los sujetos. En el segundo día, el recuerdo bajo la condición de ruido mejoró a lo largo de la sesión, pero el recuerdo bajo la condición de silencio se deterioró con el paso del tiempo; esto ocurrió, tanto en la condición en la que el repaso estaba permitido, como en la que el repaso estaba suprimido.

Como era de esperar, el recuerdo total correcto de ambos grupos mejoró del primer al segundo día experimental (efecto de la práctica en la tarea). Por otra parte, se halló que el rendimiento de los sujetos era peor en la condición donde el repaso verbal interno era suprimido que en la condición donde dicho repaso estaba permitido. Los resultados obtenidos por Millar (1979) en cuanto al número total de consonantes recordadas se muestran en el gráfico 8.

Los resultados hallados en el primer día experimental son consistentes con la hipótesis del enmascaramiento del repaso verbal interno. Como se había predicho, cuando se le permite a los sujetos repasar, la presencia del ruido provoca un deterioro en el recuerdo (medido como recuerdo total correcto) con el paso del tiempo. Por el contrario, cuando la articulación está suprimida, no hay diferencias significativas entre el grupo que trabaja en silencio y el grupo que lo hace con ruido. No obstante, los resultados hallados en el segundo día son opuestos a los del primer día. Millar (1979), consideró que estos resultados no necesariamente contradicen la hipótesis del enmascaramiento. El autor propuso que, en el segundo día, es razonable suponer que lo novedoso de la tarea ha desaparecido y que entonces surge el aburrimiento y la fatiga que se reflejan en el descenso del nivel de recuerdo en el grupo de sujetos que trabajó en silencio. Adicionalmente, aún cuando el ruido enmascare el repaso, sus propiedades activadoras podían compensar los efectos del aburrimiento, impidiendo los fallos en el rendimiento de los sujetos sometidos a la condición de ruido. Una idea similar ya había sido propuesta por Hartley (1974) en sus investigaciones sobre los efectos del ruido continuo y del intermitente sobre el rendimiento de los sujetos en una tarea de reacción serial de cinco elecciones.

Cuando se utilizó como medida del recuerdo el **recuerdo del orden serial correcto**, los resultados hallados variaron sensiblemente. En primer lugar, el autor obtuvo un efecto principal significativo de la posición en la serie, observando un recuerdo significativamente superior del material



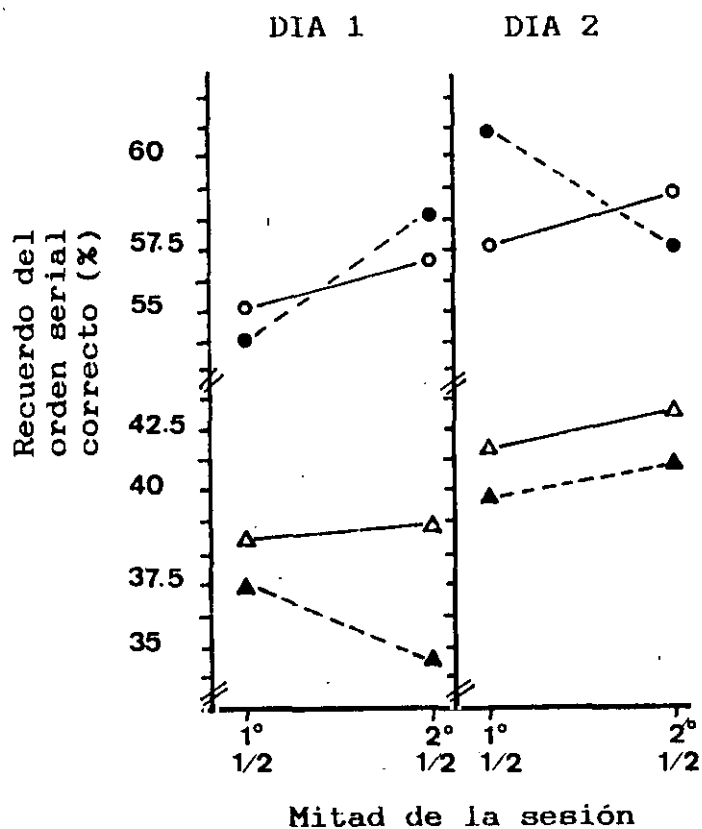
- - - - ● Silencio - Repaso
- - - - ○ Ruido - Repaso
- △- - - - △ Ruido - No Repaso
- ▲- - - - ▲ Silencio - No Repaso

GRAFICO 8: Total de consonantes recordadas bajo condiciones de ruido y silencio con repaso permitido y suprimido en los dos días experimentales y en la mitad de cada sesión.

presentado al comienzo y al final de la lista. La variable posición serial interactuó con las condiciones de repaso. Esta interacción reflejó que el recuerdo del material presentado al comienzo de la lista empeoraba bajo la condición en la que el repaso estaba suprimido.

En segundo lugar, halló que las condiciones de sonido interactuaban con los días, con la mitad de la sesión, y con la condición de repaso (Ver gráfico 9). No obstante, esta interacción se dio en una dirección diferente a la hallada cuando se evaluaba el recuerdo total correcto como medida del rendimiento de los sujetos. En el primer día, y en la condición en que se permitía a los sujetos repasar, no hubo diferencias apreciables entre las dos condiciones de sonido; de hecho, tanto el grupo que trabajaba con ruido como el que lo hacía en silencio mejoraron su nivel de recuerdo del orden serial correcto con el paso del tiempo. Parece así que la disponibilidad de la información sobre el orden no se ve afectada por la presencia de ruido, cuando se le permite al sujeto repasar. Este resultado no es fácilmente explicable por la hipótesis del enmascaramiento del lenguaje interno. Millar (1979), planteó que bajo la condición de ruido hay un repaso más intenso que mitiga los efectos del enmascaramiento. Esto mismo había sido sugerido por Poulton en 1977. No obstante, este argumento no es satisfactorio cuando se analizan los resultados obtenidos en la condición en que el repaso estaba suprimido. En esta condición, el recuerdo del orden disminuyó con el paso del tiempo en la condición de silencio, pero permaneció estable en la de ruido, siendo el recuerdo en la condición de ruido significativamente superior al recuerdo en la de silencio en ambas mitades de la sesión. Estas diferencias intergrupo no pueden ser explicadas por el efecto activador del ruido, ni por la hipótesis del enmascaramiento. Parece que cuando no se le permite al sujeto repasar, la información relativa al orden se conserva mejor bajo condiciones de ruido. En el segundo día, la dirección de la interacción fue en el mismo sentido que la hallada cuando se usó el recuerdo total correcto como medida del nivel de recuerdo, por lo que se pueden explicar de la misma forma.

Usando como medida del recuerdo el número de errores por comisión observó que, en el primer día, el número de este tipo de errores aumentaba con el paso del tiempo, tanto en la condición de ruido, como en la de silencio. Pero, en el segundo día había una marcada diferencia entre ambas condiciones de sonido, observándose que, tanto en la condición de repaso permitido, como en la de supresión del repaso, el número de errores por comisión aumentaba en la condición de silencio, pero disminuía con ruido. Este último resultado es importante porque permite ver que el deterioro del rendimiento hallado en el grupo de sujetos en silencio en el segundo día se debe al recuerdo de material irrelevante, o sea, al incremento en el número de errores por comisión, y no a fallos en la producción de material a partir de la memoria. En contraste, la mejora observada con ruido en el segundo día es consecuencia de una disminución en el número de errores por comisión.



- - - - -● Silencio - Repaso
- - - -○ Ruido - Repaso
- Δ- - - -Δ Ruido - No Repaso
- ▲- - - -▲ Silencio - No Repaso

GRAFICO 9: Recuerdo del orden serial correcto bajo condiciones de ruido y de silencio con repaso permitido y suprimido en los dos días experimentales y en la mitad de cada sesión.

Estos resultados no apoyan la hipótesis del enmascaramiento ya que, según Poulton (1977), si el ruido enmascara el lenguaje interno, este tipo de estímulo ambiental haría más difícil distinguir entre las representaciones acústicas de los ítems, lo cual obviamente repercutiría en un incremento en el número de errores por comisión. Contrariamente a lo esperado, en este experimento se observó el patrón opuesto, es decir, bajo la condición de ruido, los errores por comisión disminuían.

Por último, y haciendo referencia a los resultados obtenidos cuando se usó como medida del recuerdo las **confusiones acústicas**, tampoco se encontró apoyo a la hipótesis del enmascaramiento ya que, según esta hipótesis, se esperaba que si el ruido enmascara el repaso verbal interno de los sujetos, el deterioro en la percepción del lenguaje cuando dos palabras son similares acústicamente debe ocurrir con gran frecuencia en la condición de repaso permitido y bajo la influencia del ruido. Esto, sin embargo, no se observó, y la alta tasa de confusiones acústicas se obtuvo en la condición de repaso permitido, pero en el grupo de sujetos que se hallaban en la condición de silencio, especialmente en la segunda mitad de la sesión del segundo día experimental.

En términos generales, podemos decir que parte de estos resultados pueden ser explicados desde el punto de vista de la influencia activadora del ruido, lo cual traería como consecuencia que el nivel de arousal de los sujetos superara el óptimo necesario para la realización de una tarea dada, creándose así una sobreactivación que llevaría a un descenso en el rendimiento. También pueden ser explicados centrándonos en los efectos del ruido sobre la atención, lo cual podría dar cuenta de lo hallado en el recuerdo del orden serial. En este sentido, cuando el aprendizaje se da bajo condiciones de ruido, la atención se concentraría en la información referente al orden; éste aspecto de la tarea podría ser considerado como conceptualmente dominantes. Desde este punto de vista, el efecto del ruido sería focalizar la atención del sujeto hacia los aspectos dominantes o prioritarios de la tarea (Broadbent, 1971; Hockey, 1973). Estas explicaciones teóricas se analizan detalladamente en el apartado 2 del presente capítulo.

Siguiendo dentro de la línea de investigación de la influencia del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en tareas de recuerdo ordenado, Wilding y Mohindra (1980) llevaron a cabo un estudio en el que se intentó determinar si los efectos del ruido son explicables en términos de la supresión articulatoria, o en términos de un incremento en el uso de la articulación por parte de los sujetos.

Debido a que, tal y como veremos en el apartado 2 del presente capítulo, existe una gran confusión entre los resultados experimentales hallados en relación con la similitud del ruido y otros activadores comunes, los autores de este experimento consideran que es más adecuado tratar al ruido como un tipo de estimulación diferente, sin pretender equipararlo con otros tipos de activadores frecuentemente estudiados.

Los autores vuelven a la propuesta explicativa de Poulton (1977) ya mencionada con anterioridad. Como se recordara, inicialmente éste autor, en 1976, planteó que el ruido suprime el lenguaje interno; no obstante, con posterioridad, en 1977, propuso que bajo condiciones de ruido el sujeto puede subarticular "más ruidosamente" como una manera de compensar el efecto perjudicial del ruido. Esta subarticulación más ruidosa bajo condiciones de ruido ha sido observada, entre otros, por Spearling (1967 cp: Colle y Welsh, 1976), Hamilton, Hockey y Rejman (1977), Millar (1979), y ha sido propuesta por Colle y Welsh (1976) como una posible explicación a que en muchos de los resultados experimentales no se hallan observado efectos perjudiciales del ruido sobre el rendimiento de los individuos. Una subarticulación más ruidosa bajo situaciones de ruido puede dar cuenta del hecho de que el sujeto descuide los estímulos irrelevantes o incidentales y que recuerde mejor los últimos ítems a expensas de los presentados al principio de la lista. En 1977, Dae y Wilding propusieron que el ruido prolonga las huellas en la memoria del estímulo, facilitando el desarrollo de asociaciones secuenciales entre ítems. Como explicación de sus resultados plantean que, bajo condiciones de ruido, los sujetos tratan de repasar, lo que no difiere sustancialmente de la denominada por Poulton (1977) como subarticulación más ruidosa, ya que el lenguaje interno más ruidoso puede producir huellas en la memoria más duraderas.

Como ya se ha mencionado, frecuentemente se emplean tareas verbales simultáneas como método de suprimir la articulación de los sujetos. De acuerdo con Richardson y Baddeley (1975), esta supresión articulatoria disminuye el recuerdo total en situaciones de recuerdo libre. Resultados similares han sido hallados por Millar (1979), quien observó un recuerdo peor en la condición en la que se suprimía el repaso de los sujetos, cuando el recuerdo era medido como número total de ítems recordados correctamente. Por otra parte, y según Murray (1967), Healy (1975) y Millar (1979), la supresión articulatoria mejora el recuerdo del orden. Considerando este último autor que sus resultados experimentales difícilmente apoyan la hipótesis de que el ruido suprime el repaso subvocal de los sujetos.

Wilding y Mohindra (1980) predijeron que si el ruido incrementa el uso de la articulación, esta estimulación debe tener efectos similares a los hallados cuando los sujetos articulan en voz alta los ítems a ser recordados durante la presentación y/o el período de retención. En este sentido, Murray (1965, 1967) ha mostrado que la articulación en voz alta mejora el recuerdo de los sujetos, especialmente el de los últimos ítems de la lista, asumiendo de esta forma que la articulación en voz alta provoca huellas fuertes en la memoria.

En su estudio, Wilding y Mohindra (1980) analizaron un conjunto de variables adicionales que, por lo que se ha observado, influyen sobre los resultados obtenidos, a saber:

- A) El grado de similaridad acústica de las letras del grupo: el material utilizado consistió en dos grupos de

cinco letras cada uno, que variaban en la similaridad acústica de las letras. De esta forma, se presentaba un grupo de letras confundibles (C, D, G, T, P) y un grupo no confundible (H, J, M, R, Z).

B) La demora del recuerdo: corta y larga, con tres o 16 dígitos que intervenían antes del recuerdo.

C) La tasa de presentación de los estímulos: rápida y lenta, con medio o dos segundos entre ítems. Los ítems siempre aparecían durante medio segundo.

Las condiciones de sonido bajo las que se realizaba la tarea de recuerdo de letras en orden fueron: Silencio (nivel de intensidad: 65 dBC) y Ruido (nivel de intensidad: 85 dBC). Estas condiciones fueron presentadas a través de audífonos. Así mismo, los autores realizaron dos experimentos, uno para ver hasta qué punto el ruido y la supresión articulatoria tienen efectos similares sobre el rendimiento de los sujetos (Exp.: 1), y otro para analizar si el ruido y la articulación en voz alta tienen efectos similares sobre el rendimiento (Exp.: 2). En el primer experimento, los sujetos trabajaron bajo la condición de supresión articulatoria y bajo la de no supresión, y en el segundo experimento, trabajaron bajo la condición de articulación en voz alta y bajo la de no articulación en voz alta. En el primer experimento, la condición de supresión articulatoria se caracterizó porque en ella los sujetos tenían que repetir la palabra *the* durante todo el período de presentación del material a recordar. En el segundo experimento, y en la condición de uso de articulación los sujetos debían leer en voz alta las letras de las listas a medida que ellas aparecían en una pantalla.

En el primer experimento, el rendimiento fue medido como la probabilidad de dar respuestas correctas para cada una de las cinco posiciones seriales en las 16 condiciones experimentales dadas a los sujetos. Estas condiciones resultaron de combinar factorialmente los niveles de las siguientes variables: supresión articulatoria, demora en el recuerdo, grado de similaridad acústica, y tasa de presentación de los ítems.

Los resultados del primer experimento mostraron que, en general, el rendimiento de los sujetos era peor en la condición de supresión articulatoria, a una tasa de presentación rápida, con ítems de alta similaridad acústica, y en la posición media de la lista. Específicamente, se observó que la supresión articulatoria reducía el rendimiento de los sujetos, tanto en los ítems acústicamente similares como en los diferentes; este efecto perjudicial de la supresión era mayor para las posiciones seriales posteriores a la primera, con una tasa de presentación rápida, y con una demora larga del recuerdo.

Analizando el efecto de las condiciones de sonido, los autores hallaron que en la condición de ruido, comparada con la de silencio, había una mejora del rendimiento de los sujetos en las listas acústicamente similares, para todas las

posiciones seriales excepto la primera, y en la condición de no supresión articulatoria. Pero, que el ruido no tenía efectos en la condición de supresión articulatoria. Estos resultados ponen de manifiesto que la supresión articulatoria y el ruido tienen efectos diferentes sobre el rendimiento de los sujetos.

El efecto perjudicial de la supresión sobre el recuerdo de las listas, independientemente del grado de similaridad acústica entre los ítems, probablemente se deba a una supresión del lazo articulatorio. Este lazo articulatorio fue propuesto por Baddeley y Hitch (1977) como un tercer componente del sistema de memoria en funcionamiento, y consiste en un almacén periférico análogo al retén fonémico. Estos autores proponen que la memoria en funcionamiento se emplea de dos modos distintos en el paradigma de amplitud de memoria:

A) En primer lugar, la mayoría de los sujetos repasan algunos de los elementos y, al hacerlo, establecen un lazo articulatorio mediante el cual el sistema ejecutivo recicla la información codificada como habla, que se desvanece rápidamente en un retén articulatorio. La tasa de recirculación está determinada por la tasa de articulación y no por la capacidad de procesamiento del ejecutivo disponible para el repaso.

B) El lazo articulatorio es usado por el ejecutivo central como un sistema subsidiario, ya que permite el mantenimiento de la información en un almacén, con un coste muy pequeño en términos de esfuerzo. La capacidad restante del ejecutivo se emplea para complementar el almacenamiento por otros medios, posiblemente utilizando información de cualquier parte del sistema de memoria para formar asociaciones, reglas y relaciones entre elementos.

El efecto perjudicial de la supresión articulatoria sobre el recuerdo es mayor cuando hay menos tiempo para procesar la información de entrada, es decir, con tasas de presentación rápidas, y cuando hay una demora larga del recuerdo. Estos resultados son compatibles con los que los autores esperaban obtener partiendo del deterioro de una base acústica o del deterioro en un proceso de recirculación articulatorio. La ausencia de efectos del ruido en la condición de supresión es también consistente con este punto de vista.

Como se puede ver en los resultados antes expuestos, el ruido tiene efectos opuestos a los de la supresión articulatoria. Estos resultados sugieren que el ruido no solamente incrementa el uso del lazo articulatorio, sino que mejora la calidad de la información en este lazo; esto puede suceder debido a una mayor duración de la huella en la memoria. Los resultados hallados con respecto al efecto del ruido, también sugieren que este estímulo actúa incrementando la fuerza del lenguaje interno.

En el segundo experimento, Wilding y Mohindra (1980) intentaron ver hasta qué punto el uso de la articulación en

voz alta y el ruido tienen efectos similares sobre el rendimiento de los sujetos en una tarea de recuerdo del orden. En este experimento todos los detalles fueron idénticos a los del experimento 1, pero, en lugar de evaluarse a los sujetos en condiciones de supresión articulatoria, se les evaluaba en condiciones de articulación en voz alta y no articulación en voz alta.

Los resultados del experimento reflejaron que el ruido mejoraba el rendimiento de los sujetos tanto en las listas similares como en las listas no similares, y que la articulación en voz alta lo deterioraba en las listas de letras confundibles, pero lo mejoraba en las listas de letras no confundibles. Así mismo, la articulación en voz alta dañaba el rendimiento con la tasa lenta de presentación de los ítems, pero lo mejoraba con la tasa de presentación rápida.

Se observa que, al igual que en el primer experimento, hubo un efecto benéfico del ruido sobre el rendimiento de los sujetos, pero, a diferencia de lo hallado en el experimento: 1, en el experimento: 2 la mejora ocurría tanto en las listas similares como en las no similares en la condición de no articulación en voz alta, que es idéntica a la condición de no supresión articulatoria del experimento: 1. Por el contrario, la articulación en voz alta mejoraba el rendimiento en las listas no confundibles, pero lo deterioraba en las confundibles.

Como ya se comentó, la mejora observada bajo la condición de articulación en voz alta ocurre con tasas de presentación rápidas lo cual implica que, bajo estas condiciones, la articulación en voz alta es una estrategia de recuerdo adecuada. Por el contrario, con tasas de presentación lentas la articulación daña el rendimiento; en esta situación, la articulación interfiere con una estrategia de repaso más adecuada, como puede ser la de repetir todos los ítems presentados mientras el sujeto espera a que aparezca el próximo. Esto es consistente con el punto de vista de que las huellas de los ítems decaen rápidamente cuando no son mantenidas en el lazo articulatorio, y se producen huellas indiscriminables las unas de las otras cuando los ítems sólo difieren en unas pocas características. La articulación en voz alta a tasas de presentación lentas evita, por tanto, el mantenimiento de la huella en el lazo articulatorio. Desde esta perspectiva teórica, el ruido parece ayudar a mantener las huellas discriminables en la memoria, o inducir a un repaso subvocal adicional por parte de los sujetos.

Estos resultados experimentales fueron obtenidos nuevamente por los mismos autores en dos experimentos posteriores, confirmándose así que la articulación en voz alta mejora el rendimiento de los sujetos cuando los ítems a ser recordados se presentan a tasas rápidas.

En base a los resultados de los experimentos desarrollados por Wilding y Mohindra (1980) podemos concluir que:

A) El ruido alto induce gran seguridad en el lazo articulatorio (propuesto en el modelo de la memoria en funcionamiento de Baddeley y Hitch, 1974), en el que se almacenan los ítems en el orden de llegada y, por ende, con ruido hay una mejora en el recuerdo del orden. Por el contrario, la supresión de la articulación interna elimina la ventaja de realizar tareas de recuerdo del orden con ruido blanco de 85 dBC.

B) La articulación en voz alta tiene un efecto benéfico, pero a tasas de presentación rápidas. En este punto, hay una diferencia entre los efectos del ruido y los de la articulación, ya que el ruido tiene un efecto beneficioso con tasas de presentación lentas. Por otra parte, hay diferencias entre el ruido y la articulación al analizar sus interacciones con el grado de similaridad acústica de los ítems, ya que el ruido mejora el rendimiento, especialmente, con los ítems similares (Exp.: 1), mientras que la articulación deteriora el rendimiento con este tipo de ítems (Exp.: 2). De acuerdo con Mohindra y Wilding (1983), la mejora producida por el ruido con los ítems similares puede ser explicada como un enlentecimiento del repaso, el cual reduce el número de confusiones acústicas entre los ítems. El efecto benéfico del ruido con tasas de presentación lentas puede ser explicado asumiendo que las tasas lentas hacen difícil formar asociaciones entre ítems, pero que por enlentecimiento del repaso y prolongando la duración del ítem, el ruido contrarresta esta dificultad.

En 1983, Mohindra y Wilding retoman la cuestión de cuál es el papel que desempeña el lenguaje interno en la realización de tareas de recuerdo a corto plazo del orden, planteándose la pregunta del porqué de los resultados hallados por Millar (1979) y Wilding y Mohindra (1980), y haciendo especial énfasis en la pregunta ¿porqué el ruido mejora el recuerdo de los ítems acústicamente similares, mientras que la articulación en voz alta perjudica el recuerdo de este tipo de ítems?. La respuesta a esta pregunta requiere conocer las causas del efecto de la similaridad acústica y determinar en qué forma el ruido puede reducir tal efecto.

Baddeley y Hitch (1974) proponen un sistema común de la memoria en funcionamiento, la esencia de este sistema reside en una capacidad limitada de "espacio en funcionamiento" que puede ser dividida entre almacenamiento y demandas de control de procesamiento, existiendo cierto grado de compensación entre la carga de almacenamiento y la tasa de procesamiento. Este sistema tiene acceso a la información codificada fonémicamente, controlando un retén de repaso, y es responsable de la limitada amplitud de la memoria.

Los autores proponen que la amplitud de la memoria depende del retén de respuestas fonémicas que es capaz de almacenar una cantidad limitada de material similar al habla, y del componente flexible de la memoria en funcionamiento. El componente fonémico es relativamente pasivo y plantea pocas demandas de espacio central del procesamiento, siempre y

cuando no se exceda su capacidad. El componente más flexible y ejecutivo del sistema es el responsable de establecer las rutinas de repaso apropiadas, o sea, de cargar de información al retén fonémico y de recuperarla cuando sea necesario.

Esta memoria en funcionamiento es básicamente similar al denominado *almacén a corto plazo*, pero difiere de él en que la memoria en funcionamiento no es la base de la ultinidad. Basados en este sistema, Baddeley y Hitch (1977) atribuyeron los efectos de la similaridad acústica a la utilización del lazo articulatorio, el cual también sería el responsable del efecto de la longitud de la palabra que, según Baddeley, Thomson y Buchanan (1975), refleja que las palabras de duración temporal corta son mejor recordadas que aquellas cuya duración es larga.

Clifton y Tash (1973) y Chase (1977) mostraron que el incremento en la similaridad acústica y en la duración temporal del estímulo disminuyen la tasa con la que la persona repasa. Probablemente, el ruido tenga un efecto similar; de hecho, si el ruido enlentece el repaso de los ítems individuales, pocos ítems residirán simultáneamente en el lazo articulatorio, dándose una limitada capacidad temporal de tal lazo, esto significa que ocurrirán pocas confusiones del orden. De acuerdo con esta línea de pensamiento, el efecto del ruido sobre los ítems disimilares sería crear una reducción en el número total de ítems recordados por el sujeto. Esta sugerencia, tal y como se indicó con anterioridad, puede explicar la mejora en el rendimiento de los sujetos cuando trabajan con ítems acústicamente similares y bajo condiciones de ruido hallada por Wilding y Mohindra (1980).

Mohindra y Wilding (1983) desarrollan estas ideas de forma precisa, concluyendo que:

El número de ítems que serán ubicados correctamente (C) será igual a la probabilidad de que cada ítem conserve su posición ($P_n - 1$) multiplicada por el número de ítems presentes en el lazo articulatorio (n) mas una constante (K). El número de ítems en el lazo articulatorio depende de la longitud del ítem y de la velocidad de circulación de los ítems en el lazo articulatorio. La probabilidad de que un ítem conserve su posición depende del grado de similaridad acústica entre los ítems. De esta forma, se observa que reduciendo el número de ítems en el lazo articulatorio (incrementando su longitud o el tiempo de articulación) se crea un efecto dañino para los ítems no confundibles, pero benéfico para los similares.

En términos generales, Mohindra y Wilding (1983) proponen que una articulación lenta conlleva a que pocos ítems estén disponibles en la memoria a corto plazo. Pero, adicionalmente al número de ítems, hay que considerar el problema de recordarlos en el orden correcto. Cuando una persona trata de recordar los ítems en el orden correcto, el problema de hallar el próximo ítem depende, parcialmente, del número de otros ítems que estén en la memoria y, parcialmente, del grado de similaridad entre el ítem correcto y cada uno de los otros.

Si el ítem es muy similar acústicamente a los otros, la oportunidad de dar el orden incorrecto aumentará tanto como aumente el número de ítems en la memoria. En este sentido, la persona puede, paradójicamente, cometer más errores cuando tiene más ítems en la memoria. Por ende, con ítems acústicamente confundibles, el recuerdo en el orden correcto puede ser más alto si la persona articula lentamente, es decir, bajo condiciones de ruido. Si los ítems son fáciles de discriminar, la confusión entre ítems es menos determinante de errores en el orden y la articulación lenta puede reflejarse en errores de memoria.

Con objeto de hallar soporte empírico a esta proposición, Mohindra y Wilding (1983) realizaron tres experimentos. En el primer experimento, los autores midieron directamente el tiempo requerido por los sujetos para articular secuencias de cinco consonantes, durante un actividad de repaso y una de lectura bajo dos niveles de ruido blanco continuo (65 dBC y 85 dBC) presentados binauralmente a través de audífonos. Los grupos de consonantes podían ser confundibles (B, D, G, T, P) o no confundibles (H, M, J, R, Z).

Los resultados de este experimento mostraron que el tiempo requerido por los sujetos para articular las consonantes en la tarea de repaso era más alto durante la presencia del ruido alto, independientemente de que los ítems fuesen o no similares acústicamente. Pero, que este efecto del ruido alto no era equivalente en la tarea de lectura. El tiempo requerido por los sujetos para leer ítems confundibles bajo la condición de ruido alto era menor que el requerido en la condición de ruido bajo, en contraposición, el tiempo requerido para leer los ítems no confundibles era mayor bajo la condición de ruido alto que en la de ruido bajo (Ver gráfico 10).

En el segundo experimento, se varió el tipo de material utilizado. En este experimento, se usaron listas de palabras y listas que contenían combinaciones de cuatro palabras, y los sujetos debían leer o repasar estas palabras bajo dos niveles de ruido blanco continuo (65 dBC y 85 dBC). Las palabras variaban en función del número de sílabas que contenían (una o dos), en función de la duración de las palabras (tiempo requerido para leerlas: corto y largo), y en función de la similaridad acústica (alta y baja).

Los resultados de este experimento mostraron que había un efecto principal significativo del número de sílabas y de la duración de la palabra, en el sentido de que las palabras de dos sílabas y las palabras de duración temporal larga eran repetidas más lentamente que las de una sílaba y las de duración temporal corta. Así mismo, hubo una interacción entre duración y similaridad de la palabra y similaridad acústica, la cual mostró que con palabras de duración corta las palabras similares eran articuladas más rápidamente que las disimilares; por el contrario, con palabras de larga duración la palabras similares eran articuladas más lentamente.

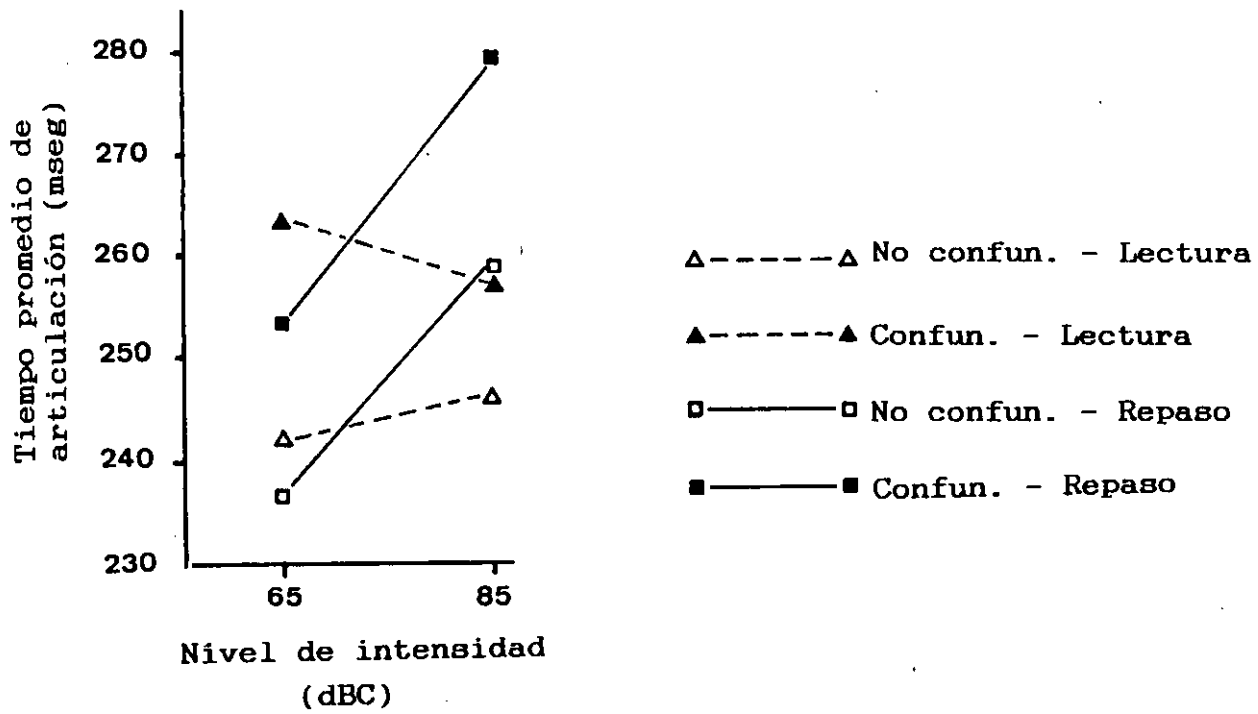


GRAFICO 10: Tiempo promedio de articulación para las siguientes condiciones: ítems confundibles (Confun.) y no confundibles (No confun.), tarea de lectura y de repaso, y niveles de intensidad del ruido.

En cuanto a los efectos del ruido, se observó que el tiempo de articulación era mayor con ruido alto que con ruido bajo. Así mismo, la interacción ruido por tarea fue significativa y mostró que con ruido alto se enlentecía la articulación en la tarea de repaso. Otra interacción importante fue la hallada entre ruido, tarea y duración de la palabra, en la que, considerando sólo los ítems de duración corta, el ruido tenía poco efecto tanto en la tarea de repaso como en la de lectura. Considerando los ítems de larga duración, el ruido tenía un marcado efecto dañino en la tarea de repaso y un pequeño efecto benéfico en la de lectura (Ver gráfico 11). Así, se observó que el ruido enlentecía el desempeño en la tarea de repaso, especialmente con palabras de larga duración, pero que no tenía efecto alguno cuando lo que se le pedía al sujeto era que leyera palabras. Estos resultados sugieren que el efecto del ruido está concentrado en las etapas de repaso o recuperación de los procesos de memoria. El ruido enlentece la tasa de repaso, este enlentecimiento puede ser la causa de que con listas cortas y confundibles el rendimiento de las personas mejore bajo la condición de ruido, ya que este tipo de estimulación reduce la interferencia interítems creada por la similitud acústica.

Con anterioridad, Baddeley, Thomson y Buchanan (1975) habían hallado que manteniendo constante el número de sílabas y de fonemas, pero variando la duración temporal de la palabra, las de duración corta son mejor recordadas que las de duración larga. En base a esto, y a los resultados anteriores, Mohindra y Wilding (1983) predijeron que, bajo condiciones de ruido, pocas palabras pueden ser mantenidas en el almacén de capacidad temporal limitada y que el número de palabras mantenido dependerá de la duración de las mismas.

Para evaluar esta hipótesis, Mohindra y Wilding (1983) realizaron un tercer experimento, en el cual usaron dos grupos de palabras que diferían en la duración (Duración promedio de las palabras largas: 0.77 segs.; Duración promedio de las palabras cortas: 0.46 segs.), pero que tenían igual número de fonemas y de sílabas. Los sujetos trabajaban bajo dos condiciones de sonido: Silencio: 65 dBC de intensidad, y Ruido: 85 dBC de intensidad, y su tarea era recordar el mayor número de palabras que pudiesen en el orden en que habían sido presentadas.

El análisis de los resultados puso de manifiesto que el ruido afecta, principalmente, a las palabras de duración temporal larga y en las posiciones seriales tempranas, de forma tal que el rendimiento con ruido es peor cuando el sujeto trabaja con palabras largas que cuando lo hace con palabras de duración temporal corta, especialmente si las palabras largas se presentan al comienzo de la lista. Es interesante anotar que el decremento en el rendimiento con palabras largas no ocurre para los ítems presentados al final de la lista. Tal y como se había predicho, los efectos del ruido sobre el rendimiento dependen de la duración de las palabras.

Se puede así concluir que el ruido tiene un efecto

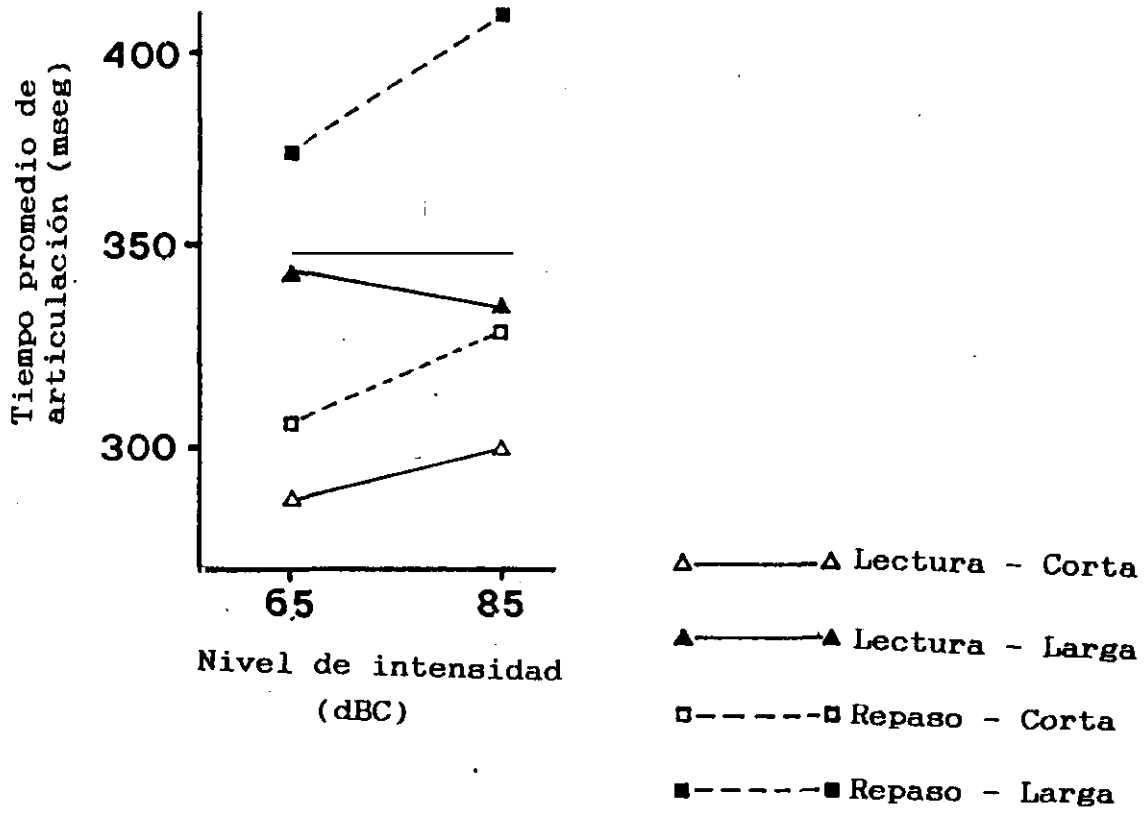


GRAFICO 11: Tiempo promedio de articulación en las siguientes condiciones: duración de la palabra (corta y larga), tarea (lectura y repaso) y niveles de intensidad del ruido.

benéfico o perjudicial sobre el rendimiento de los sujetos dependiendo del tipo de ítems que se deban recordar. Los efectos del ruido parecen ser más consistentes y benéficos con tareas donde el repaso activo es la estrategia más adecuada, pero es poco probable que todos los efectos del ruido puedan ser explicados en términos de un enlentecimiento del repaso. Por tanto, se sugiere que el ruido también estimula el uso del repaso mantenido, y cuando la tarea induce a tal repaso los efectos del ruido se deben, principalmente, a un enlentecimiento del mismo y, por ende, varían con la tarea.

2.- RUIDO, AROUSAL Y SELECTIVIDAD DE LA ATENCION.

Como ya habíamos anticipado en el apartado anterior, la explicación teórica basada en el enmascaramiento del lenguaje interno no es la única que permite dar cuenta de los efectos del ruido sobre el rendimiento humano hallados en diferentes investigaciones dentro del área. Otro punto de vista plantea que el ruido actúa como un activador, pudiendo crear una sobreactivación en el sujeto que repercute negativamente sobre su nivel de rendimiento. Esta postura teórica parte del principio de que la relación entre arousal y rendimiento es curvilínea en forma de "U" invertida (Ley de Yerkes-Dodson).

Dentro de esta línea de pensamiento, muchos autores consideran que hay que centrarse en los efectos del ruido sobre la atención y, básicamente, consideran que el ruido focaliza la atención de los sujetos hacia los aspectos relevantes de la tarea a expensas de los menos relevantes.

Partiendo de la hipótesis de Easterbrook (1959), se puede inferir que la relación entre nivel de activación general del sujeto y selectividad de la atención es lineal hasta cierto punto óptimo, después del cual la selectividad deja de operar y, por tanto, las claves de recuperación irrelevantes de la tarea pueden ser ignoradas. La consecuencia de esto sería un marcado deterioro en el rendimiento de los sujetos en la tarea irrelevante y un posible deterioro en el rendimiento de los sujetos en la tarea relevante, cuando los sujetos trabajan bajo condiciones de alto arousal, al comparar ésta condición con una en la que el nivel de activación general de los sujetos es algo menor. A continuación, revisamos algunas de las investigaciones en las que se han puesto a prueba estas relaciones.

En 1970, Hockey y Hamilton evaluaron los posibles cambios en la localización de la atención de los sujetos hacia componentes relevantes e irrelevantes de una tarea en situaciones de recuerdo a corto plazo. En este experimento, los autores mostraban a los sujetos una serie de ocho palabras, presentadas en distintas esquinas de una pantalla, las cuales, posteriormente, debían ser recordadas en el orden de presentación. En este diseño experimental la clave de recuperación irrelevante es el hecho de que cada palabra aparezca en una esquina diferente de la pantalla cuando los sujetos no están informados de esto. Después de que los sujetos habían recordado las palabras, se les indicaba que las mismas habían aparecido en diferentes esquinas de la pantalla y se les pedía que indicaran la localización correcta de cada

palabra. La serie de palabras podían, o bien ser presentadas con ruido blanco a 85 dB de intensidad, o bien en silencio (ruido blanco con nivel de intensidad de 55 dB).

Los autores hallaron que las puntuaciones de recuerdo ordenado obtenidas por el grupo de sujetos que trabajó con ruido eran superiores a las obtenidas por el grupo que trabajó en silencio. Por el contrario, el recuerdo de las localizaciones espaciales de las palabras era significativamente peor en el grupo que se encontraba bajo la condición de ruido que el del grupo en silencio.

Hockey y Hamilton (1970) concluyeron que bajo la condición de ruido se da un incremento de la selectividad de la atención, entendiendo por selectividad *el grado de atención que los sujetos dedican a un número relativamente pequeño de aspectos de la tarea; operacionalmente, a mayor discrepancia en el rendimiento entre componentes de alta y baja importancia, mayor será el grado de selectividad del sujetos* (Hockey, 1970 cp: Ponsoda, 1983). Con ruido, la atención se centra en el componente de alta prioridad de la tarea (en este caso, el recuerdo de las palabras en el orden de presentación). Es importante anotar que estos autores consideran que la manipulación del nivel de intensidad del ruido provoca diferentes niveles de activación general en los sujetos.

Hamilton, Hockey y Quinn (1972), evaluaron nuevamente esta conclusión utilizando para ello el paradigma de aprendizaje de pares asociados. En este paradigma, en el período de recuerdo, los componentes de la lista de estímulos se presentan en dos ordenes distintos, en un momento, se presentan en orden aleatorio y, en otro, en un orden fijo (orden igual al de la presentación original).

En su primer experimento, los autores presentaron a los sujetos una lista de 10 pares de adjetivos bisilábicos y debían, posteriormente, responder frente a cada adjetivo estímulo con la segunda palabra que los acompañaba en la presentación. En cada sesión de evaluación, las palabras estímulo eran presentadas durante cinco segundos, después de los cuales aparecía la palabra respuesta durante tres segundos. Los sujetos experimentales fueron evaluados bajo una de las cuatro condiciones experimentales posibles, resultantes de combinar las siguientes variables:

- A) Condiciones de sonido:
 - A.1.- Silencio: nivel de intensidad de 55 dBC.
 - A.2.- Ruido: nivel de intensidad de 85 dBC.
- B) Forma de presentación de las palabras estímulo:
 - B.1.- Fija: orden igual al de la presentación original.
 - B.2.- Aleatoria.

En este primer experimento, los autores obtuvieron una interacción significativa entre condiciones de sonido y forma de presentación de las palabras estímulo de la lista. Esta interacción mostró que el recuerdo de los sujetos con ruido

mejoraba, en relación al recuerdo en la condición de silencio, cuando el orden de las palabras estímulo era fijo, sugiriendo que con ruido se almacena más información referente al orden. El hecho de que estos efectos persistan a lo largo de los distintos ensayos experimentales indica que son intrínsecos a la condición de alto arousal generado por el ruido y que no se deben a las diferencias en la estrategia de selección de las claves de recuperación.

Hockey y Hamilton (1970) habían afirmado que el ruido incrementa la capacidad atencional. En un segundo experimento, Hamilton, Hockey y Quinn (1972) evaluaron la naturaleza de la ventaja observada al aprender listas en un orden fijo bajo situaciones de ruido. Presumiblemente, la información sobre el orden cumple la función de clave de recuperación, ayudando al recuerdo del ítem porque revive su huella en la memoria.

Por otra parte, en el paradigma de aprendizaje de pares asociados en orden fijo, el material aprendido bajo condiciones de alto arousal puede no sólo ser mejor recordado en tareas de recuerdo a corto plazo, sino que puede tener menores tasas de pérdida a lo largo del tiempo. Si el incremento en el procesamiento de la entrada es la fuente de estos efectos, entonces la presentación material adicional puede interferir con las listas aprendidas previamente (Waugh y Norman, 1965). Esto puede ser examinado utilizando el paradigma de inhibición retroactiva de forma A-B-A1, donde A y B son dos listas de pares asociados diferentes y A1 es el retest de la lista A. Las listas A y B pueden ser aprendidas con o sin ruido.

En este experimento, las comparaciones que se realizaron para determinar los efectos del ruido sobre el recuerdo de la lista A fueron:

A) Resistencia a la interferencia: se analizó el efecto del ruido con 85 dBC de intensidad versus el del silencio con 55 dBC de intensidad durante el aprendizaje de la lista A, manteniéndose constantes las condiciones de presentación de la lista B. Es decir, se compararon los resultados de los siguientes grupos:

	Aprendizaje Lista A	vs	Aprendizaje Lista B
1	SILENCIO RUIDO		SILENCIO SILENCIO
2	SILENCIO RUIDO		RUIDO RUIDO

B) Grado de interferencia: se analizó el efecto del ruido versus el del silencio durante el aprendizaje de la lista B, manteniéndose constantes las condiciones de presentación de la lista A. Es decir, se compararon los siguientes grupos:

	Aprendizaje Lista A	vs	Aprendizaje Lista B
1	SILENCIO SILENCIO		SILENCIO RUIDO
2	RUIDO RUIDO		SILENCIO RUIDO

Los resultados indicaron que el efecto del ruido en la lista A (cuando se mantenían constantes las condiciones de la B) era reducir la tasa de olvido (Ver tabla 25), y que el efecto del ruido en la lista B (cuando se mantenían constantes las condiciones de la A) era aumentar la tasa de olvido: la presencia del ruido de nivel de intensidad de 85 dBC durante el aprendizaje de la segunda lista incrementaba la interferencia que ésta lista provocaba en el recuerdo de la primera lista aprendida.

Aprendizaje Lista A vs Lista B	% de pérdida
SILENCIO-SILENCIO	18,53
RUIDO-SILENCIO	6,54
SILENCIO-RUIDO	24,54
RUIDO-RUIDO	17,88

TABLA 25: Porcentaje de pérdida cuando la lista A es aprendida en silencio y con ruido, y las condiciones de aprendizaje de la lista B se mantienen constantes.

En general, Hamilton, Hockey y Quinn (1972) concluyeron que un alto nivel de activación en el momento del almacenaje de la información ayuda a la preservación del material de entrada a largo plazo. Por su parte, el ruido actúa incrementando la capacidad atencional, lo cual no concuerda con lo propuesto por Hockey y Hamilton (1970).

Con posterioridad, Davies y Jones (1975) intentaron, por una parte, replicar los hallazgos de Hockey y Hamilton (1970), por otra, determinar si el incentivo monetario produce efectos similares a los del ruido sobre la selectividad de la atención, ya que frecuentemente se ha asumido que el nivel de activación se ve incrementado por los incentivos (Poulton,

1966 cp: Davies y Jones, 1975), y finalmente, intentaron ver hasta qué punto la selectividad de la atención aumenta en una condición combinada en la que se presentan, tanto el ruido como el incentivo monetario. Esto último surgió como resultado de la hipótesis de Easterbrook (1959) ya mencionada y según la cual, la relación entre nivel de arousal de las personas y selectividad de la atención es lineal. Si esto es así, entonces se espera que haya un mayor grado de selectividad de la atención en condiciones experimentales en las cuales dos variables que incrementan el nivel de activación se presentan combinadas, que en aquellas condiciones donde se presenta solamente una de las dos variables activadoras.

Davies y Jones (1975) utilizaron la misma tarea de recuerdo ordenado empleada por Hockey y Hamilton (1970). Los sujetos experimentales fueron asignados aleatoriamente a uno de cuatro grupos: control, ruido, incentivo, y ruido + incentivo. En los grupos de ruido y ruido + incentivo, el nivel de intensidad del ruido blanco fue de 95 dBA, y en los grupos de incentivo y control el nivel de intensidad fue de 55 dBA. El ruido blanco estaba presente solamente durante el período de tiempo en que los sujetos veían el material estímulo. Adicionalmente, los sujetos de los grupos incentivo y ruido + incentivo recibían una paga extra por cada ítem recordado correctamente en su posición serial, mientras que los sujetos de los grupos ruido y control no recibían incentivo monetario alguno.

Davies y Jones (1975) dividieron el análisis de los resultados en dos partes: a) una en la cual usaban la misma medida de porcentaje utilizada por Hockey y Hamilton (1970) a efectos de comparar resultados, y b) otra en la que usaron las puntuaciones brutas no transformadas obtenidas por los sujetos.

Hallaron que, comparando los resultados del presente experimento con los hallados por Hockey y Hamilton (1970), había una diferencia significativa entre el porcentaje de localizaciones espaciales recordadas correctamente por el grupo de sujetos control y el porcentaje recordado por el grupo de sujetos que trabajó con ruido. El porcentaje de localizaciones correctamente recordadas era significativamente más alto en el grupo control que en el grupo con ruido. Este resultado concuerda con el hallado por Hockey y Hamilton (1970). Así mismo, los resultados obtenidos por Davies y Jones (1975) pusieron de manifiesto que había una tendencia a que los sujetos del grupo control tuviesen puntuaciones en el recuerdo de la localización de las palabras más altas que los sujetos del grupo ruido + incentivo, y a que los sujetos del grupo incentivo tuviesen puntuaciones más altas que los del grupo de ruido (Porcentaje promedio de localizaciones recordadas: Control: 60,12; Ruido: 33,33; Incentivo: 47,04; Ruido + Incentivo: 44,94).

Analizando las puntuaciones brutas (Ver tabla 26) observaron que, en primer lugar, el número medio de palabras recordadas en el orden correcto era significativamente más

alto en el grupo de sujetos con incentivo monetario que el número medio recordado por el grupo de sujetos control. En segundo lugar, y en cuanto a la puntuación media de localizaciones de la palabra, ésta era significativamente más alta en el grupo control, en el grupo incentivo, y en el grupo ruido + incentivo que en el grupo con ruido. En tercer lugar, analizando en número promedio de palabras recordadas correctamente independientemente del orden, se observó que ninguna comparación alcanzó el nivel de significancia, lo cual concuerda con lo obtenido por Hockey y Hamilton (1970). Por último, se halló que, tanto los sujetos del grupo incentivo, como los del grupo control obtenían puntuaciones medias más altas que las obtenidas por los sujetos del grupo ruido, cuando se medía el número promedio de palabras recordadas en orden y en su localización correcta.

GRUPO DE SUJETOS

MEDIDA DEL RENDIMIENTO.	CONTROL	RUIDO	INCENTIVO	RUIDO + INCENTIVO
Palabras recordadas en orden.	3,40	3,70	4,60	4,00
Palabras recordadas	5,90	6,40	6,35	6,40
Localizaciones recordadas.	3,45	2,00	2,95	2,85
Palabras en orden y localizadas.	2,40	1,60	2,40	1,80

TABLA 26: Puntuaciones promedio obtenidas en recuerdo de palabras en el orden correcto, recuerdo de palabras independientemente del orden, recuerdo de localizaciones correctas, y recuerdo de palabras en orden y localizadas correctamente, bajo las cuatro condiciones experimentales.

Este experimento proporciona evidencia de que hay un incremento en la selectividad de la atención, tanto cuando los sujetos trabajan bajo la condición de ruido, como cuando trabajan en la de incentivo, pero no hubo evidencia de que dicha selectividad fuese mayor cuando ambas condiciones activadoras se combinaban. Como se había dicho previamente, se partía del supuesto de que la relación entre arousal y selectividad es lineal, sin embargo, los resultados del presente experimento muestran que la combinación de dos variables que incrementan el nivel de activación no produce un incremento adicional en la selectividad de la atención, siendo probable que la relación entre arousal y selectividad sea curvilínea y no lineal como suponía Easterbrook (1959).

Analizando detalladamente los resultados obtenidos por Davies y Jones (1975), el ruido parece reducir el efecto benéfico que tiene el incentivo monetario sobre el rendimiento

de los sujetos en tareas que requieren selección de claves relevantes. Por otra parte, los incentivos monetarios parecen contrarrestar los efectos del ruido sobre la selección de claves irrelevantes. Davies y Jones (1975) consideraron que esto se puede explicar asumiendo que el incentivo monetario permite que la selectividad de la atención ocurra sin que haya una disminución en la capacidad atencional, mientras que con ruido el incremento de la selectividad tiene lugar como resultado de una reducción en la capacidad atencional. Esta propuesta difiere sustancialmente de la conclusión a la que llegaron Hamilton, Hockey y Quinn (1972), según la cual el ruido al igual que los incentivos incrementan la capacidad atencional.

En 1979, Fowler y Wilding llevaron a cabo un conjunto de experimentos para examinar la sugerencia de Hamilton, Hockey y Quinn (1972) e intentaron decidir entre ésta postura y la de Davies y Jones (1975).

En un primer experimento, los autores evaluaron la generalidad de los resultados de Hamilton, Hockey y Quinn (1972) analizando hasta qué punto los incentivos actúan de forma similar al ruido en una situación parecida. Fowler y Wilding (1979) usaron un diseño factorial dos por dos con las siguientes condiciones: incentivo monetario, no incentivo monetario, recuerdo en orden fijo, y recuerdo en orden aleatorio. El material presentado a los sujetos experimentales fueron ocho palabras sin sentido constituidas por tres letras y presentadas en ocho colores diferentes (BIW-azul, JUV-violeta, VIF-verde, MEF-negra, NIG-marrón, KIV-naranja, ZOF-amarilla, y YEV-roja). Cada palabra aparecía en pantalla durante dos segundos y los sujetos debían aprender las palabras y sus colores respectivos, y responder verbalmente a cada color con la palabra que lo acompañaba en la presentación inicial.

Los datos de este experimento consistieron en el número de palabras recordadas correctamente para cada color. Una replica de los resultados de Hamilton, Hockey y Quinn (1972) requieren que la interacción entre condiciones de incentivo monetario y orden de presentación sea significativa, ya que si el incentivo monetario actúa de forma similar al ruido, incrementando la capacidad de procesamiento, entonces el orden será una clave de recuperación adicional que los sujetos pueden usar para mejorar su nivel de recuerdo.

El principal resultado fue que el rendimiento de los sujetos en la tarea de recuerdo del orden era superior en la condición donde se daba incentivo monetario. Esta superioridad sólo ocurría cuando la clave de orden estaba disponible, es decir, en la condición en la que el orden de los componentes de la lista era fijo (Número promedio de palabras recordadas: Orden fijo sin incentivo: 2,25; Orden fijo con incentivo: 3,75; Orden aleatorio sin incentivo: 2,62; Orden aleatorio con incentivo: 2,37). Este resultado concuerda con el hallado por Hockey, Hamilton y Quinn (1972) en la condición en la que los sujetos realizaban la tarea con ruido y, por ende, es consistente con la propuesta de que con

un alto nivel de activación general, la capacidad atencional está disponible para ser compartida con otras fuentes de recuperación de la información. No obstante, Fowler y Wilding (1979) se plantearon dos preguntas acerca de esta interpretación, a saber:

A) Dado caso que el cambio sea atencional, se debe a un incremento de la capacidad o a una reorientación de la atención partiendo de otros aspectos de la situación que sean claves relevantes para la tarea?. Se recordará que Hamilton, Hockey y Quinn (1972) sugerían lo primero, pero que Hockey y Hamilton (1970) proponían que el ruido induce una reorientación de la atención hacia las fuentes de información de alta probabilidad, y Broadbent (1971) sugería que el arousal incrementa la fuerza de dos actividades concurrentes, lo cual puede ser interpretado en el presente contexto como una concentración de la atención en los estímulos relevantes de la tarea a expensas de aquellos estímulos irrelevantes.

B) La segunda pregunta hacía referencia a si el cambio es un cambio atencional general o un cambio en los procesos de memoria, tales como: un incremento de la dependencia a procesos de memoria de bajo orden (Dornic, 1973), un incremento en el número de asociaciones secuenciales con ruido (Dae y Wilding, 1977), o un incremento del repaso subvocal (Folkard, 1976; Poulton, 1977, etc.).

Para analizar estas cuestiones, Fowler y Wilding (1979) realizaron dos experimentos adicionales. Antes de presentar los resultados, es importante señalar que la conclusión a la cual llegaron Hockey y Hamilton (1970) plantea ciertas dificultades interpretativas debido a ciertas limitaciones metodológicas de su experimento, entre las que están que: a) cada localización espacial fue empleada para dos palabras distintas, por lo que la localización era una clave de recuperación ambigua y por esta razón podía ser ignorada, b) los sujetos fueron instruidos para que recordaran en orden, con lo que se hacía un énfasis previo en el orden de la información como clave de recuperación relevante. Davies y Jones (1975) replicaron este experimento y llegaron a una conclusión diferente, pero su trabajo tiene las mismas limitaciones que el de Hockey y Hamilton (1970).

El objetivo de Fowler y Wilding (1979) fue ver hasta qué punto el incentivo monetario incrementa la tendencia del sujeto a utilizar otras claves de recuperación además del orden, ya que Davies y Jones (1975) habían asumido que una reducción en la capacidad atencional (causada por el ruido) crea una reorientación de la atención de los sujetos hacia las claves relevantes, mientras que un aumento en la capacidad atencional (causada por el incentivo) permite que el sujeto maneje información extra.

La hipótesis de los autores del presente estudio fue que si Hamilton, Hockey y Quinn (1972) y Davies y Jones (1975) estaban en lo cierto, el incentivo monetario incrementaría el uso de la localización espacial como clave de recuperación,

especialmente en ausencia de claves de orden consistentes. Pero, si el incremento en el uso del orden refleja un cambio en el método de aprendizaje, como sugirieron Dornic (1973), y Daee y Wilding (1977), entonces tal incremento no ocurriría.

En el experimento segundo, Fowler y Wilding usaron tres condiciones experimentales, en una de ellas daban a los sujetos un incentivo monetario por aprender y recordar, en otra, el incentivo se daba sólo por recordar, y en la tercera no se daba incentivo monetario alguno (control). En la primera condición se decía a los sujetos del grupo incentivo por aprender y recordar que se les pagaría por cada palabra recordada correctamente y por cada localización correcta. En la segunda, se les comunicaba a los individuos del grupo incentivo por recordar que se les pagaría por cada localización correcta. El material estímulo utilizado fue el mismo que el del experimento 1.

El resultado fue que el incentivo monetario mejoraba el recuerdo de la localización espacial cuando éste era presentado durante el aprendizaje (Número promedio de localizaciones recordadas: Control: 2,0; Incentivo por recordar: 3,25; Incentivo por aprender y recordar: 4,26). Davies y Jones (1975) no obtuvieron esta mejora, pero la diferencia entre los resultados de los dos experimentos puede ser consecuencia de las limitaciones metodológicas del trabajo de estos últimos autores.

El incentivo monetario parece así incrementar la capacidad atencional, tal y como habían sugerido Hamilton, Hockey y Quinn (1972) y Davies y Jones (1975), o causar una reorientación de la atención de los sujetos hacia cualquier clave de recuperación de información relevante.

Por último, Fowler y Wilding (1979), en su tercer experimento, evaluaron los efectos del ruido en una situación experimental idéntica a la del experimento anterior, excepto en que en este tercer experimento no había incentivo, sino que se presentaban, a través de audífonos, tres niveles de intensidad del ruido: 60 dB (control), 80 dB y 100 dB.

Los resultados de este experimento mostraron que al aumentar el nivel de intensidad del ruido, la probabilidad de recordar la localización espacial disminuía (Número promedio de localizaciones recordadas: Control: 4,62; Ruido a 80 dB: 2,62; Ruido a 100 dB: 0,88). Esto apoya la sugerencia de Davies y Jones (1975) de que los efectos activadores del ruido y del incentivo sobre el rendimiento de los sujetos no pueden ser igualados. Con ruido parece reducirse la capacidad atencional, mientras que el incentivo monetario incrementa la tendencia de los sujetos a usar cualquier clave de recuperación relevante. Sin embargo, una explicación simple en términos de reducción de la capacidad atencional con ruido no explica el incremento hallado por Hockey y Hamilton (1970), Hamilton, Hockey y Quinn (1972), y Daee y Wilding (1977) en el uso por parte del sujeto del orden como clave de recuperación bajo condiciones de ruido. Estos hallazgos parecen requerir la intervención de procesos tales como los sugeridos por

Dornic en 1973 (procesos de memoria de bajo orden) o por Daee y Wilding en 1977 (fortalecimiento de los enlaces secuenciales entre ítems).

En general, estos experimentos sugieren que existen diferencias entre distintos estímulos generadores de altos niveles de activación y que la explicación en términos del arousal no es del todo adecuada. El ruido y los incentivos son ambos estímulos activadores, pero sus efectos tienen lugar a través de distintos mecanismos. En este sentido, los incentivos incrementan la tendencia de los sujetos a usar cualquier clave de recuperación relevante y, entre ellas, el orden de la información. No obstante, concluir a partir del estudio solamente del incentivo monetario como variable activadora, que la postura teórica según la cual los efectos del ruido son explicables en términos de su capacidad activadora y su influencia sobre la selectividad de la atención es inapropiada no sería correcto sin antes de analizar los efectos de ruido sobre el rendimiento de las personas en otras tareas que no sean de recuerdo de información ordenada y evaluar la influencia de otra serie de variables que también pueden estar relacionadas con el nivel de activación general de los individuos.

En relación con el tipo de tarea a realizar por los sujetos experimentales, cabría preguntarse si los resultados hallados con tareas que no implican material verbal, sino información básicamente sensorial, dan apoyo a la explicación de los efectos del ruido como provocador de una selectividad de la atención hacia las fuentes dominantes. En este sentido, Smith (1985 c) realizó un estudio experimental en el que los sujetos debían llevar a cabo una tarea de reacción serial de tres elecciones, tanto bajo condiciones de ruido moderado (nivel de intensidad: 85 dBC), como bajo la de silencio (nivel de intensidad: 60 dBC).

En su experimento, el autor manipuló, en uno de los bloques de ensayos, la probabilidad de ocurrencia de una de las luces presentadas al sujeto y predijo que si el ruido provoca sesgos en la selectividad de la atención hacia las fuentes dominantes, entonces los sujetos deberían responder más rápidamente a la luz de alta probabilidad de ocurrencia cuando trabajaran bajo la condición de ruido.

Los resultados obtenidos por el autor en el segundo bloque de ensayos confirmaron plenamente su predicción, mostrando que cuando los sujetos trabajaban con ruido los tiempos de reacción promedios frente a la luz altamente probable eran menores que los presentados cuando estaban en silencio. No obstante, cuando los sujetos se enfrentaban con las luces de menor probabilidad de ocurrencia y lo hacían bajo la condición de ruido, sus respuestas eran más lentas que si recibían las luces de baja probabilidad en silencio.

Sin embargo, y a pesar de la evidencia aquí aportada en favor de la interpretación de los efectos del ruido en términos de la selectividad de la atención, Smith (1985 c) observó que, en uno de los bloques de ensayos presentado a los

sujetos después de que habían trabajado con el bloque en el que las luces tenían diferentes probabilidades de ocurrencia, los efectos del ruido se mantenían. Es decir, que había sesgos provocados por el ruido aún cuando las luces ya tenían las mismas probabilidades de ocurrencia. Este sesgo mostró que los sujetos que trabajaban con ruido continuaban, en el tercer bloque de ensayos, dando respuestas más rápidas a la señal que, en el bloque anterior, había ocurrido con mayor frecuencia. De acuerdo con el autor, este efecto permanente del ruido puede ser explicado bajo la perspectiva teórica según la cual el ruido influye sobre el rendimiento dirigiendo a los sujetos a adoptar ciertas estrategias de realización de la tarea en preferencia a otras, y que cuando el sujeto ha adoptado una estrategia en particular el ruido puede hacer que resulte difícil cambiar dicha estrategia.

Otros resultados experimentales que también apoyan la propuesta de que el ruido influye en la selectividad de la atención cuando las personas realizan tareas visuales han sido obtenidos por autores como Jones, Smith y Broadbent (1979), y Smith (1985 a). Por una parte, Jones, Smith y Broadbent (1979) realizaron una investigación con objeto de determinar la influencia del ruido en el rendimiento de los sujetos en la tarea de vigilancia creada por Bakan (1963). En esta tarea los sujetos deben, fundamentalmente, detectar determinadas señales compuestas por dígitos y responder a ellas. Los resultados obtenidos por estos autores pusieron de manifiesto que la presencia de un ruido con nivel de intensidad de 85 dBC tiene efectos diferenciales sobre el número de errores por comisión y por omisión cometidos por los sujetos experimentales, en el sentido de que, bajo condiciones de ruido, las personas cometían un mayor número de errores por omisión, pero cometían un menor número de errores por comisión. Este resultado evidencia de que cuando las personas están en una condición de presencia de ruido detectan mejor ciertos detalles del estímulo que, de no ser percibidos, los podrían llevar a responder ante una secuencia de dígitos como si fuese la señal correcta cuando realmente no lo es. Esta mayor atención a los detalles, bajo condiciones de ruido, hace que los sujetos cometan más errores por omisión pero que tengan un menor número de errores por comisión. De acuerdo con los autores, esto probablemente se deba al cambio en el nivel de activación generado en los sujetos a consecuencia de la presencia del ruido.

Por su parte, Smith (1985 a), desarrolló una investigación sobre los efectos del ruido en el rendimiento de las personas cuando realizan una tarea similar a la desarrollada por Navon (1977), donde los sujetos deben procesar formas globales y detalles de una configuración. En esta investigación, el autor observó que, en general, cuando las personas deben recordar los rasgos globales y los detalles de un estímulo compuesto, la presencia de un ruido con niveles de intensidad moderados (85 dBC) facilita el recuerdo de los detalles a expensas de los rasgos más globales, influyendo en el "focus" de atención.

Entre el grupo de variables que influyen en los resultados obtenidos por diferentes investigadores y que están, directa o indirectamente, relacionadas con el nivel de activación general del sujeto podemos mencionar las siguientes:

2.1.- LA DIMENSION DE PERSONALIDAD.

Específicamente, la dimensión extroversión/introversión. De acuerdo con la teoría de Eysenck, las diferencias entre los introvertidos y los extrovertidos están relacionadas con diferencias en el nivel basal de arousal o activación cortical. En este sentido, Smith (1968) halló que las personas introvertidas son más sensibles que las extrovertidas a la estimulación auditiva, los introvertidos tienen niveles más altos de conductancia en la piel (Revelle, 1974), presentan más respuestas galvánicas espontáneas (Cole, Gale y Kline, 1971; Revelle, Humphreys, Simon y Gilliland, 1980), y son más resistentes a los descensos del rendimiento en tareas de vigilancia asociadas con niveles bajos de arousal (Carr, 1971).

Partiendo de la hipótesis de que la relación entre nivel de rendimiento y arousal es curvilínea en forma de "U" invertida y que, por tanto, hay un nivel óptimo de activación general el cual varía en función de los parámetros de las tareas, es posible hacer predicciones sobre el rendimiento de los introvertidos y de los extrovertidos bajo situaciones activadoras y no activadoras. Partiendo de la suposición de que el nivel de arousal de los introvertidos es mayor que el de los extrovertidos se esperaría que:

A) En situaciones de sondeo (Por ejemplo: tareas de vigilancia con probabilidades de ocurrencia de las señales bajas), el rendimiento de los introvertidos fuese mejor que el de los extrovertidos, debido a las pocas propiedades activadoras de la tarea.

B) Con tareas moderadamente activadoras, se esperaría que el rendimiento de los introvertidos y el de los extrovertidos no difiriese.

C) En situaciones donde la tarea es muy activadora se esperaría que los introvertidos estuviesen sobreactivados y que, por esta razón, su rendimiento se deteriora. En estas circunstancias, por el contrario, los extrovertidos tendrían un rendimiento superior.

En resumen, con bajos niveles de arousal se espera que los introvertidos rindan mejor que los extrovertidos, y con altos niveles de arousal se espera que los extrovertidos sean superiores que los introvertidos. Si recordamos que la estimulación sonora es manejada, frecuentemente, como una variable que incrementa el nivel de activación general de las personas, sus efectos sobre el rendimiento humano dependerán

de las características de personalidad de quienes realizan la tarea y del tipo específico de tarea que lleven a cabo.

Davies y Hockey (1966) hallaron cierto soporte a las predicciones hechas partiendo de la relación en forma de "U" invertida entre arousal y rendimiento. Estos autores observaron que en una tarea de cancelación visual, la frecuencia de la señal y el nivel de intensidad del ruido interactuaban con la dimensión de personalidad introversión/extroversión. El rendimiento de los extrovertidos mejoraba con los incrementos en la frecuencia de la señal o del nivel de intensidad del ruido, tal y como era de esperar partiendo del supuesto de que los extrovertidos tienen un nivel de arousal más bajo que los introvertidos y que la presencia de una variable activadora les permite alcanzar el punto óptimo con el cual el nivel de rendimiento es el máximo esperado. Así mismo, como se hipotetizó, los introvertidos tenían un peor rendimiento cuando la frecuencia de la señal o el nivel de intensidad del ruido aumentaban.

Otra predicción que puede hacerse partiendo de esta concepción teórica del arousal es que los extrovertidos serán "buscadores" y los introvertidos serán "evitadores" de estimulación. Entonces, se espera que los extrovertidos evadan las tareas de vigilancia, debido a su bajo nivel activador, pero que busquen y realicen adecuadamente tareas que produzcan altos niveles de arousal. Por el contrario, los introvertidos buscaran tareas que induzcan bajos niveles de arousal y evitaran aquellas que produzcan altos niveles de activación. En este sentido, Elliot (1971), y Ludvigh y Happ (1974) mostraron que los extrovertidos prefieren los altos niveles de estimulación auditiva al compararlos con los introvertidos.

Esta postura teórica presenta la dificultad de determinar con exactitud qué tareas o situaciones son más o menos activadoras. Pero, por supuesto, la mayor dificultad se halla en la propia definición del término *arousal*. El arousal es un concepto intrasujeto que, normalmente, contrasta los estados de extrema somnolencia con los de excitación extrema. Los incrementos intrasujeto en el nivel de activación están asociados con la tasa cardíaca, la tasa respiratoria, el número de respuestas galvánicas espontáneas, con aumentos en la conductancia de la piel, y con incrementos en la frecuencia electroencefalográfica dominante. Surge la pregunta de hasta qué punto es posible considerar las diferencias entresujetos sobre la misma dimensión en que se han hallado las diferencias intrasujeto, en otras palabras y considerando las tasas psicofisiológicas intrasujeto, se puede afirmar que un individuo está más activo cuando tiene una tasa cardíaca de 80 latidos por minuto que cuando tienen una tasa de 60 latidos por minuto, pero, ¿se puede decir que una persona con 80 latidos por minuto está más activa que otra con 60 latidos por minuto?

La utilidad de la hipótesis de una relación curvilínea entre rendimiento y arousal es que ésta hipótesis sirve más como una *descripción* que como una *explicación*. Es decir, el

hecho de observar que las personas extrovertidas son mejores en un tipo de tareas y que las introvertidas son peores en ese mismo tipo de tareas no garantiza que el mecanismo responsable, tanto del incremento, como del decremento en el rendimiento sea el mismo. De acuerdo con Revelle, Humphreys, Simon y Gilliland (1980), probablemente se necesite una teoría que explique los incrementos en el nivel de rendimiento de los sujetos y otra que de cuenta de los decrementos en el nivel de rendimiento. Un punto de vista similar había sido propuesto por Poulton (1977) en sus investigaciones sobre cambios inducidos por los incrementos en el nivel de intensidad del sonido ambiente. Este autor propuso que los incrementos en el rendimiento con ruido se deben a las propiedades activadoras de este tipo de estimulación, pero que los descensos en el rendimiento se deben a los efectos distractores del ruido.

2.2.- LA SENSIBILIDAD INDIVIDUAL AL RUIDO.

Otro de los aspectos relacionados con la personalidad de los sujetos experimentales es la sensibilidad al ruido, entendida como *una fuerte reacción de rechazo frente al ruido que experimentan las personas a nivel subjetivo y que se manifiesta a nivel fisiológico y conductual*. La sensibilidad al ruido junto con la tolerancia forman los polos opuestos del continuo de reactividad al ruido.

Los sujetos sensibles al ruido se caracterizan por ser personas con un extremado sentimiento de incomodidad y resentimiento, por ser personas más lábiles, ansiosas, y que pueden sufrir dificultades psicosomáticas (Jelinková, 1988), así mismo, las personas que se autodefinen como sensibles al ruido afirman tener dificultades para concentrarse en tareas intelectuales, sufrir de perturbaciones en el sueño, irritabilidad, cansancio, dolores de cabeza y náuseas (Barbenza y Uhrlandt, 1981), tienden a sufrir desordenes psiquiátricos (Tarnapolsky et al., 1978; Tarnapolsky y Morton-Williams, 1980; Nystrom y Lindergard, 1975), y a presentar fuertes reacciones de malestar cuando están en situaciones ruidosas (Stanfeld, Clark, Jenkins y Tarnapolsky, 1985; Ohrstrom, Bjorkman y Rylander, 1988). En base a la correlación observada entre las puntuaciones de los sujetos en la escala de sensibilidad de Weinstein (1978) y el inventario de personalidad de Eysenck, la sensibilidad aumenta con el neuroticismo (Stanfeld, Clark, Jenkins y Tarnapolsky, 1985).

En 1988, Jelinková presentó una investigación en la que intentó determinar si el ruido influye diferencialmente en el rendimiento de las personas sensibles al ruido al compararlas con aquellas tolerantes a dicha estimulación ambiental. Para el logro de este objetivo, el autor clasificó a los sujetos, en base a las puntuaciones que habían obtenido en la escala de Weinstein (1978), en tres grupos:

A) Grupo de alta tolerancia al ruido (puntuaciones bajas en la escala).

- B) Grupo control (puntuaciones medias en la escala).
- C) Grupo de alta sensibilidad al ruido (puntuaciones altas en la escala).

La tarea usada fue el test de Bourdon y las condiciones de ruido fueron una denominada silencio y la otra conformada por ruido de tráfico con un nivel de intensidad de 74,8 dB.

Los resultados obtenidos por este autor pusieron de manifiesto que, en relación a los rasgos de personalidad que caracterizaban a los sujetos sensibles al ruido, las mujeres eran significativamente más sensibles al ruido que los hombres, y que había una correlación positiva entre sensibilidad al ruido y la escala de neuroticismo del inventario de personalidad de Eysenck. Esta correlación positiva ya había sido obtenida por autores como Barbenza y Uhrlandt (1981), quienes concluyeron que el neuroticismo y la introversión son dos factores que pueden identificarse como concurrentes básicos en las personas que se autodefinen como sensibles al ruido.

Jelinková (1988) concluyó que las personas sensibles al ruido se caracterizan por ser individuos con un bajo nivel de integración, hipersensibles frente a las situaciones, que tienden a experimentar de forma más intensa las situaciones de tensión, que prefieren la tranquilidad y que, por estas razones, se ven más perturbadas y distraídas por los estímulos externos.

En cuanto al nivel de rendimiento, halló que los sujetos más sensibles al ruido rendían peor cuando se encontraban en la condición de ruido de tráfico que cuando realizaban la tarea en silencio; en esta última condición experimental no se observó una dependencia entre nivel de rendimiento y grado de sensibilidad al ruido de los sujetos. Esto pone de manifiesto el hecho de que para las personas sensibles, el ruido representa un obstáculo que les impide alcanzar el mismo nivel de rendimiento que alcanza el resto de los sujetos menos sensibles al ruido.

Estos resultados experimentales podrían ser explicados por el nivel de arousal de los sujetos si se confirmara que, de hecho, las personas sensibles al ruido se caracterizan, además, por un alto nivel general de activación. Esta alternativa, inicialmente, es plausible basándonos en la correlación observada entre sensibilidad al ruido y las puntuaciones obtenidas por los sujetos en la escala de introversión de Eysenck, la cual pone de manifiesto que la sensibilidad al ruido varía en relación directa con la introversión.

Otra forma de determinar el nivel de activación general de los sujetos es registrar los valores que adoptan variables fisiológicas como la respuesta electrodérmica y la frecuencia cardíaca. En este sentido, Barbenza y Uhrlandt (1981) investigaron las variaciones observadas en estos dos indicadores fisiológicos en sujetos que se autodefinían como sensibles al ruido y que trabajaban en condiciones de ruido y

de silencio. Los autores esperaban que las personas que se autodefinían como sensibles al ruido alcanzaran niveles más altos de activación, bajo condiciones de ruido, que los sujetos que se consideraban a sí mismos como no sensibles.

En su experimento, Barbenza y Uhrlandt (1981) dividieron a los sujetos muestrales en grupos, en base a los resultados obtenidos en un cuestionario "ad hoc" que indagaba el grado de sensibilidad al ruido y el tipo de ruido que resultaba más perturbador. De esta forma, se constituyeron dos grupos: a) grupo experimental, compuesto por personas que se autodefinían como sensibles al ruido, y b) grupo control, conformado por los sujetos no sensibles. Todos los sujetos asistían a dos sesiones experimentales con un intervalo de tiempo entre sesiones de, aproximadamente, dos meses. En la primera sesión, todos los sujetos realizaban una tarea de cálculo simple. Los sujetos del grupo experimental trabajaban bajo la presencia del ruido considerado como el más perturbador por cada uno de los sujetos. Entre estos ruidos estaban: el ruido del tráfico, los gritos de los niños, el ruido de una sierra mecánica, etc.. Por otra parte, los sujetos del grupo control trabajaban bajo la presencia de un ruido blanco. Los ruidos fueron presentados a través de audífonos y variaban en su nivel de intensidad y en la duración de la siguiente forma:

PERIODOS DE RUIDO	NIVEL DE INTENSIDAD (En dB)	DURACION (En segs.)
1	80	7
2	100	10
3	90	9
4	80	15
5	90	7
6	100	8
7	100	12
8	80	8
9	100	13
10	90	10
11	90	7
12	100	8
13	80	8

En la segunda sesión experimental, todos los sujetos realizaban una versión equivalente de la tarea de cálculo simple, pero en silencio. En ambas sesiones se registraron, tanto la respuesta electrodérmica, como la frecuencia cardíaca, antes y durante la realización de la tarea.

Los resultados de este experimento pusieron de manifiesto que los sujetos que se autodefinían como no sensibles al ruido (grupo control) reaccionaban frente al ruido de manera proporcional a la magnitud del estímulo auditivo, con disminuciones en la respuesta electrodérmica en los periodos con ruido y recuperación en los periodos sin ruido. La frecuencia cardíaca de los sujetos del grupo control se

mantuvo sin variaciones significativas en la condición de ruido, excepto en los periodos en los que el ruido blanco tenía un nivel de intensidad de 80 dB, donde la frecuencia cardíaca aumentaba significativamente respecto a los mismos periodos de la condición de silencio. En contraposición, los sujetos que se autodefinían como sensibles al ruido (grupo experimental) mantenían una resistencia electrodérmica a niveles muy bajos durante los periodos de ruido, pero sin recuperaciones en los periodos sin ruido. Los registros de la frecuencia cardíaca de los sujetos de este grupo durante la sesión con ruido, mostraron un incremento en todos los periodos de ruido. Este incremento fue significativamente mayor que el registrado en los periodos correspondientes en la sesión en la que trabajaban en silencio.

Estos resultados llevaron a los autores a concluir que, en general, los sujetos que se autodefinen como sensibles al ruido presentan un nivel de activación general más elevado que los sujetos no sensibles, cuando trabajan bajo condiciones de ruido. Por el contrario, los sujetos que se definen como no sensibles presentan variaciones en el nivel de activación directamente proporcionales al nivel de intensidad del ruido presentado.

Estas conclusiones deben ser tomadas con cautela puesto que en el experimento desarrollado por Barbenza y Uhrlandt (1981) se comparan condiciones de ruido no comparables directamente. Específicamente, los autores comparan las reacciones fisiológicas de los sujetos sensibles cuando ellos trabajan bajo la presencia de distintos ruidos habituales, con las reacciones de sujetos no sensibles cuando trabajan bajo la presencia de un ruido blanco. En este sentido, los efectos de los ruidos habituales no necesariamente son equiparables a los efectos que el ruido blanco tiene sobre el comportamiento humano. Así mismo, dentro del grupo experimental, cada sujeto recibía un tipo de ruido diferente que solamente tenían en común el hecho de que cada sujeto consideraba al ruido que escuchaba como el más perturbador. Nada nos permite afirmar que estos tipos de ruido son equivalentes y que pueden tomarse como uno solo.

Otra manera de abordar el análisis de la sensibilidad al ruido es hacerlo a través de los llamados patrones conductuales del tipo A y B. Friedman y Rosenman (1959) consideraron que los sujetos del tipo A se caracterizan por tener una presión sanguínea alta, ser personas competitivas, impulsivas, y estar relacionadas con enfermedades cardíacas y arteriosclerosis prematura. Por el contrario, los sujetos del tipo B se caracterizan por la ausencia relativa de estos rasgos.

Moch (1988) evaluó la sensibilidad al ruido en los patrones conductuales del tipo A y B, y el efecto del ruido sobre el rendimiento de los sujetos. Para ello, seleccionó dos grupos de sujetos en base a la puntuaciones obtenidas en la versión francesa de la escala de Bortner (Bortner, 1969; Defourny y Frankignoul, 1973). Uno de estos grupos pertenecía al tipo conductual B, y el otro al tipo A. Por otra parte, la

mitad de los sujetos fueron expuestos a un ruido mixto con nivel de intensidad de 90 dBA y la otra mitad trabajaba en silencio. Las tareas que realizaron los sujetos eran, o bien una en la cual debían tachar aquellas señales similares a un modelo, o bien una tarea de recuerdo de dígitos. Después de la tarea, todos los sujetos que habían sido expuestos al ruido mixto evaluaban el malestar subjetivo generado por dicho ruido.

En cuanto al malestar subjetivo frente al ruido, Moch (1988) indicó que los sujetos del tipo B puntuaban siempre más alto en la escala de malestar que los del tipo A, independientemente de cuál hubiese sido la tarea que realizaban. Estos resultados confirman la hipótesis del autor de que los patrones conductuales del tipo A y B median en la percepción que el sujeto tiene del ruido. Los sujetos del tipo A son menos sensibles al ruido y, por ende, expresan un menor grado de malestar frente a este tipo de estimulación que los sujetos del tipo B.

En relación a los efectos del ruido sobre el rendimiento, el autor observó que en la tarea de marcar señales no había un efecto principal significativo del tipo de patrón conductual, pero que sí había un efecto principal del ruido en el número de errores cometidos por los sujetos. Por otra parte, la interacción entre tipo A/B y la condición de ruido/silencio no fue, en ningún caso, significativa. En cuanto al rendimiento de los sujetos en la tarea de memoria de dígitos, no halló efecto principal significativo, ni del ruido, ni del patrón conductual. Resultados similares fueron hallados por Barbenza y Uhrlandt (1981), quienes observaron que, en una tarea de cálculo simple, el rendimiento de los sujetos era significativamente peor cuando trabajaban bajo la presencia de ruidos de diferentes niveles de intensidad, pero que este empeoramiento en el rendimiento de los sujetos era independiente del hecho de que los sujetos fuesen o no sensibles al ruido de acuerdo con sus autoevaluaciones.

Moch (1988) considera que sus resultados en cuanto a la ausencia de un efecto del ruido sobre el nivel de rendimiento de los sujetos pueden explicarse dada la alta capacidad del ser humano para adaptarse a los elementos aversivos del medio ambiente. No obstante y como efecto acumulativo del ruido y de los esfuerzos repetidos a lo largo del tiempo, las personas pueden sufrir deterioros físicos y psicológicos.

A pesar de estos resultados, no hay un acuerdo unánime en cuanto a los aspectos específicos que caracterizan a los sujetos del tipo A y B. En este sentido, Petiot et al. (1988), observaron que la diferencia principal entre los sujetos del tipo A y los del tipo B es que las medidas de la presión sanguínea sistólica y diastólica son significativamente más bajas en los sujetos del tipo A, contradiciendo así lo planteado por Friedman y Rosenman (1959).

Independientemente de las discrepancias entre distintos resultados experimentales, los autores sí están de acuerdo en la existencia de una sensibilidad individual al ruido. Esto fue demostrado por Dall'Ava-Santucci et al. (1988) en un estudio sobre los efectos patofisiológicos de exposiciones a ambientes ruidosos, usando métodos clínicos, psicológicos, bioquímicos y electrofisiológicos.

En esta investigación, los sujetos experimentales fueron clasificados en dos grupos, uno denominado *lamentadores* y otro referido como control. Los sujetos del primer grupo se quejaban constantemente de presentar síntomas que ellos mismos atribuían al ruido crónico presente en sus ambientes habituales. Los sujetos del segundo grupo, por el contrario, si bien habían estado expuestos al mismo ambiente ruidoso, no se quejaban.

En primer lugar, los autores observaron que en el grupo de *lamentadores* los sujetos afirmaban sentirse perturbados por la falta de tranquilidad y por la exposición a ambientes ruidosos; por otra parte, tendían a tener una historia personal y familiar caracterizada por alta presión sanguínea, insuficiencias coronarias y consumo de fármacos, especialmente, hipnóticos y tranquilizantes. Finalmente, presentaban síntomas de stress, tales como: perturbaciones en el sueño, palpitaciones, nerviosismo, angustia, ansiedad, fobias, estados depresivos, debilidad general en las mañanas, altas concentraciones de la hormona productora del stress, etc..

Los autores concluyeron que, frente a una exposición idéntica a niveles moderados de ruidos familiares (50-60 dBA), los sujetos *lamentadores* muestran perturbaciones en el sistema nervioso central y periférico, y desordenes de personalidad. No obstante, no es posible determinar si estas perturbaciones son la causa o la consecuencia de la alta sensibilidad al ruido que presentan los sujetos del grupo de *lamentadores*.

2.3.- LA CAFEINA.

Muchas investigaciones han evaluado el efecto de la cafeína en el rendimiento humano, todas ellas parten de la suposición de que la cafeína incrementa el nivel de activación general de los sujetos.

Los efectos conductuales más conocidos de la cafeína son que demora el arranque y reduce la calidad del sueño. Con personas despiertas, la cafeína facilita el rendimiento de las personas en tareas repetitivas simples, probablemente debido a sus propiedades mitigadoras de la fatiga. Con dosis sumamente altas de cafeína se observan síntomas clínicamente indiferenciabiles de los de la ansiedad en los trabajadores enfrentados a situaciones de stress en una fabrica cerrada (Cobb, 1969).

Con personas extrovertidas, se ha observado que la cafeína mejora su nivel de rendimiento en tareas de vigilancia. Este aspecto es interesante ya que si la cafeína es un activador, se esperaría que tuviese efectos sobre el rendimiento de los sujetos similares a los que tienen otros supuestos activadores como es el ruido, y que estos efectos fuesen dependientes de las características de personalidad de los individuos. Sin embargo, no todos los autores han observado que la relación entre consumición de cafeína, extroversión y nivel de rendimiento es la predicha por la hipótesis de una relación curvilínea entre nivel de activación general y nivel de rendimiento. En este sentido, Gilliland (1977 cp: Revelle, Humphrey, Simon y Gilliland, 1980) realizó un estudio experimental en el que intentó determinar la interacción entre extroversión/introversión y la consumición de distintas dosis de cafeína sobre el rendimiento de los sujetos en una tarea verbal de analogías, antónimos y completación de oraciones.

En este experimento, los sujetos recibían una de tres dosis de cafeína determinada en función del peso de los sujetos: a) 0 mg/Kg (condición placebo), b) 2 mg/Kg, y c) 4 mg/Kg. Antes de la administración de cafeína, los sujetos realizaban una versión de la tarea y, después de pasados 45 minutos de la consumición de cafeína, los sujetos realizaban una versión equivalente de la misma tarea.

El análisis de los resultados obtenidos en cuanto a la diferencia entre las puntuaciones de respuestas correctas pre y postest, mostró que había una interacción significativa entre extroversión y droga, pero que la dirección de esta interacción era algo diferente a la esperada. De acuerdo con la hipótesis de una relación curvilínea en forma de "U" invertida entre arousal y rendimiento, se esperaba que la administración de cafeína, en cualquier dosis, tuviese efectos dañinos sobre el rendimiento de los sujetos introvertidos y que, pequeñas dosis, tuviesen efectos benéficos sobre el rendimiento de los extrovertidos, aún cuando, dosis altas de cafeína pudiesen tener efectos perjudiciales. En contraposición con estas predicciones, el análisis de la interacción entre extroversión y cafeína puso de manifiesto que el rendimiento de los introvertidos aumentaba cuando la dosis de cafeína consumida pasaba de 0 mg/Kg a 2 mg/Kg, y se deterioraba cuando la dosis pasaba de 2 mg/Kg a 4 mg/Kg. El rendimiento de los extrovertidos mejoró constantemente con los incrementos en las dosis de cafeína.

Estos resultados indican que la forma exacta de la interacción entre la dimensión de personalidad extroversión/introversión y la consumición de cafeína no es clara, y que es posible que variables de la tarea o del ambiente, como la hora del día en que se realiza la tarea, actúen como factores moderadores en esta interacción.

2.4.- LA HORA DEL DIA EN QUE SE REALIZA LA TAREA EXPERIMENTAL.

En un intento por establecer la relación entre las variables hora del día en que se realiza la tarea, consumo de cafeína y características de personalidad, Revelle, Humphreys, Simon y Gilliland (1980) realizaron una serie de experimentos. De toda la serie de experimentos, tres son de gran interés, a saber: uno en el que los autores evaluaron el efecto de la consumo de cafeína versus el de un placebo y el efecto de la hora del día sobre el rendimiento de los sujetos en una tarea (Exp.: 3), otro que difería del anterior en que se usó un tipo diferente de tarea (Exp.: 4), y el último, en el cual se empleaban diferentes tareas para ver hasta qué punto lo hallado es generalizable a otros tipos de tareas (Exp.: 5).

La tarea standard que debían realizar los sujetos fue un test compuesto por analogías, antónimos y completación de oraciones. En general, en todos los experimentos, excepto en el experimento 4, se le pedía a los sujetos que no consumieran ningún alimento que contuviese cafeína (café, té, cola, etc.) durante las seis horas previas al experimento. En las sesiones experimentales, los sujetos consumían una bebida que bien podía contener cafeína o bien podía contener un placebo, después de lo cual, los sujetos esperaban 30 minutos antes de realizar las tareas y, durante este período de tiempo, completaban el cuestionario de personalidad.

En el experimento tres, cada sujeto asistió a dos sesiones experimentales de una hora cada una. Las sesiones experimentales se realizaron una a las 9:00 a.m. y la otra a las 7:00 p.m.. La mitad de los sujetos fueron evaluados primero en la mañana y luego en la tarde, y la otra mitad fueron evaluados en el orden inverso. Algunos sujetos, seleccionados aleatoriamente, recibieron en la primera sesión cafeína (dosis: 200 mg), y en la segunda sesión un placebo, el resto de los sujetos recibieron el tratamiento inverso. Cada una de las sesiones tenía lugar en distintos días con un intervalo entre sesiones de, aproximadamente, 36 horas.

La combinación de las dos variables (cafeína y hora del día) produjo cuatro condiciones entre sujetos:

- A) Cafeína en la mañana del día 1 y placebo en la tarde del día 2.
- B) Placebo en la mañana del día 1 y cafeína en la tarde del día 2.
- C) Cafeína en la tarde del día 1 y placebo en la mañana del día 2.
- D) Placebo en la tarde del día 1 y cafeína en la mañana del día 2.

En el cuarto experimento, todos los detalles fueron idénticos al tercero, excepto en que la tarea a realizar por los sujetos constaba de 68 problemas de analogía, cada uno con cuatro alternativas de respuesta y en que los sujetos asistían

a una única sesión experimental de una hora que podía realizarse bien a las 9:00 a.m. o a las 7:00 p.m..

En el quinto experimento, cada sujeto asistió a dos sesiones experimentales de una hora. La hora del día en la que se realizaban las sesiones fue las 7:00 p.m.. Los sujetos experimentales fueron asignados aleatoriamente a recibir cafeína (dosis: 4 mg/Kg) en el día 1 y placebo en el día 2, o a recibir el placebo en el día 1 y la cafeína en el día 2. Las tareas usadas fueron distintos subtest del test de aptitudes diferenciales (DAT), a saber: el de razonamiento verbal, el de razonamiento numérico y el de razonamiento abstracto. Una forma de cada subtest fue usada en el primer día y una forma alternativa fue usada en el segundo día. Todos los sujetos disponían de 10 minutos para completar cada uno de los tres subtest del DAT.

En todos los experimentos, los autores evaluaron la dimensión de personalidad introversión/extroversión, dentro de la cual se hallaban las subescalas de sociabilidad e impulsividad, a través del inventario de personalidad de Eysenck que incluía: 24 ítems de extroversión/introversión, 24 ítems de estabilidad/neuroticismo, y nueve ítems "mentira".

Tomados en conjunto los datos del día 1 y los del día 2, el resultado más interesante del experimento tres fue que la hora del día afectaba la interacción entre personalidad y droga, y que la interacción entre impulsividad, droga y hora del día fue significativa. En la mañana, los sujetos bajos en impulsividad (altos en arousal) eran 2,52 puntos peores con cafeína que sin ella, mientras que los sujetos altos en impulsividad (bajos en arousal) eran 2,90 puntos mejores con cafeína que sin ella. En la tarde, este patrón de resultados se invertía, y los sujetos bajos en impulsividad eran 3,29 puntos mejores con cafeína que sin ella, mientras que los sujetos altos en impulsividad eran 0,83 puntos peores con cafeína que sin ella.

Con respecto a la dimensión de sociabilidad, también se observó que la interacción sociabilidad por droga por hora del día era significativa. Esta interacción mostró que, en la mañana, los sujetos bajos en sociabilidad eran 1,61 puntos mejores con que sin cafeína, mientras que los sujetos altos en sociabilidad eran 0,17 puntos peores con que sin cafeína. En la tarde, el patrón cambió y los sujetos bajos en sociabilidad eran sólo 0,95 puntos mejores con que sin cafeína, y los altos en sociabilidad eran 1,60 puntos mejores con que sin cafeína (Ver tabla 27).

En el experimento cuatro, los resultados mostraron que la interacción entre impulsividad, droga y hora del día no era significativa; sin embargo, el patrón de resultados fue idéntico al hallado en el experimento tercero. En relación con la dimensión de sociabilidad, la interacción sociabilidad por droga por hora del día no fue significativa. Sin embargo, la interacción droga por sociabilidad fue significativa. El patrón de resultados general obtenido en este caso fue diferente al obtenido en el experimento tres: en la mañana,

los sujetos bajos en sociabilidad eran 9,19 puntos mejores con cafeína que sin ella, mientras que los sujetos altos en sociabilidad eran 5,30 puntos peores con que sin cafeína; en la tarde, los sujetos bajos en sociabilidad eran 6,93 puntos mejores con que sin cafeína, y los altos en sociabilidad eran 3,28 puntos peores con que sin cafeína (Ver tabla 28). Esta diferencia puede deberse a que en este experimento no se les advirtió a los sujetos que no debían consumir alimentos con cafeína antes de las sesiones experimentales.

Persona- lidad.	Hora del día.	DIA 1		DIA 2	
		Placebo	Cafeína	Placebo	Cafeína
Impulsi- vidad Baja.	Mañana	24,05	20,10	19,00	17,92
	Alta.	18,79	23,28	21,13	22,44
Impulsi- vidad Baja.	Tarde	19,00	22,23	21,25	24,50
	Alta.	22,12	21,83	23,06	21,68
Sociabi- lidad Baja.	Mañana	20,04	23,35	19,45	22,35
	Alta.	18,38	19,67	20,91	19,28
Sociabi- lidad Baja.	Tarde	21,30	20,85	22,95	23,69
	Alta.	20,78	23,14	21,17	22,00

TABLA 27: Número promedio de respuestas correctas en función de las dimensiones de impulsividad y sociabilidad, con y sin cafeína, en el día 1 y en el día 2, y en la mañana y en la tarde.

DIMENSION DE PERSONALIDAD	MAÑANA		TARDE	
	Placebo	Cafeína	Placebo	Cafeína
Impulsividad Baja	37,90	35,16	40,29	42,46
Impulsividad Alta	32,71	41,17	39,33	38,35
Sociabilidad Baja	33,35	42,54	36,92	43,85
Sociabilidad Alta	39,13	33,83	41,84	38,56

TABLA 28: Número promedio de respuestas correctas en función de las dimensiones de impulsividad y sociabilidad, con y sin cafeína, en la mañana y en la tarde de una única sesión experimental.

Los resultados del experimento quinto confirmaron los hallazgos del experimento tercero, observándose, además, que la interacción impulsividad por cafeína estaba moderada por la práctica, ya que, tanto para el test de razonamiento verbal, como para el numérico y el de razonamiento abstracto, la interacción impulsividad por droga por día fue significativa. En el día 1, los sujetos con baja impulsividad eran mejores con que sin cafeína, y los altos en impulsividad eran peores con que sin cafeína (en los tres subtest del DAT utilizados). En el día 2, este patrón de resultados se invirtió, y los sujetos con baja impulsividad eran peores con que sin cafeína, y los altos en impulsividad eran mejores con que sin cafeína. Se observa que el patrón de resultados en el día 1 de este experimento es idéntico al observado en la tarde del experimento tres, recordar que en el experimento cinco las sesiones experimentales se realizaron en la tarde.

A manera de resumen se puede decir que, en todos estos experimentos, el rendimiento de los sujetos bajos en impulsividad (altos en arousal) se ve obstaculizado por la consumición de cafeína en la mañana, pero es ayudado por dicha droga si se administra en la tarde. Por el contrario, el rendimiento de los sujetos altos en impulsividad (bajos en arousal) se ve facilitado por la administración de cafeína en la mañana, pero dicha droga lo obstaculiza en la tarde. En relación con los efectos de la cafeína en los sujetos altos y bajos en la escala de sociabilidad, los resultados de los tres experimentos no son del todo consistentes. De acuerdo con Revelle, Humphreys, Simon y Gilliland (1980), si se ignoran los resultados obtenidos en el experimento tres en el segundo día de evaluación, la impulsividad y la sociabilidad parecen afectar al rendimiento de una manera similar.

Dado la consistencia del patrón de resultados obtenido es apropiado preguntarse ¿cuán bien se ajusta a la teoría del arousal?. El modelo tradicional de arousal descrito en páginas anteriores es capaz de explicar los datos hallados en

la mañana con respecto a la escala de impulsividad: la cafeína tiene un efecto benéfico sobre el rendimiento de los sujetos presumiblemente menos activados (altos en impulsividad) y tiene un efecto dañino sobre el rendimiento de los sujetos presumiblemente más activados (bajos en impulsividad). Pero, es incapaz de explicar los resultados obtenidos en la tarde.

Un modelo más plausible y que se ajusta a los datos reportados, es que los sujetos altos y bajos en impulsividad difieren no tanto en su nivel promedio de activación general, sino en la fase de sus ritmos de arousal diurno. De acuerdo con esta teoría modificada del arousal, los sujetos bajos en impulsividad alcanzan su nivel de activación pico en las primeras horas de la mañana, mientras que los de alta impulsividad lo alcanzan más tarde. Esta formulación sugiere que los sujetos bajos en impulsividad están óptimamente activados en la mañana sin necesidad de la consumición de cafeína, y la administración de esta droga crea una sobreactivación que induce a un deterioro en el rendimiento. Por otra parte, los sujetos altos en impulsividad no están activados en la mañana y, por tanto, la cafeína provoca en ellos una mejora del rendimiento en ese momento del día. Este modelo se ajusta a los datos obtenidos por la tarde si se acepta que los sujetos bajos en impulsividad no están óptimamente activados en este momento del día, y que los altos en impulsividad están óptimamente activados por la tarde sin necesidad de que se les administre cafeína.

Centrandonos específicamente en la evaluación de los efectos del ruido sobre el rendimiento y su posible dependencia de variables como la hora del día en que se realiza la tarea, los resultados de varios estudios en los que se trabajaba con ruidos de niveles de intensidad moderados parecen poner de manifiesto que la presencia de ruido y la hora en que se evalúa a los sujetos tienen efectos diferenciales sobre el nivel de rendimiento. En este sentido, Breen-Lewis y Wilding (1984) consideran que no es lógico esperar que el ruido y la hora del día en que se realiza la tarea produzcan cambios similares en el rendimiento de los sujetos, ya que los efectos de la hora del día son endógenos, mientras que el ruido es un estímulo externo, aún cuando, teóricamente, se ha asumido que el nivel general de activación de los sujetos aumenta a lo largo del día, alcanzando su pico en la tarde, y que el ruido también incrementa el nivel de arousal.

Breen-Lewis y Wilding (1984) realizaron un estudio experimental en el cual intentaron determinar hasta qué punto los efectos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en una tarea de recuerdo y en una de reconocimiento son equiparables a los producidos por la hora en que el sujeto realiza las tareas.

De acuerdo con Folkard (1980 cp: Breen-Lewis y Wilding, 1984), cuando las personas trabajan en la mañana tienden a emplear una estrategia de realización de la tarea más superficial y a recordar la información de una manera más

literal, mientras que cuando trabajan por la tarde emplean niveles más profundos de procesamiento semántico. No obstante, no especifica nada en relación a hasta qué punto las demandas de la tarea influyen en el patrón general del rendimiento mañana-tarde. Por esta razón, Breen-Lewis y Wilding (1984) también intentaron determinar los efectos de la demanda de la tarea a través de las instrucciones dadas a los sujetos experimentales, de forma que parte de los sujetos esperaban someterse a una tarea de recuerdo libre de palabras y parte recibían instrucciones en las que se especificaba que realizarían una prueba de reconocimiento.

En su experimento sobre los efectos del ruido, los autores habían observado que este estímulo mejoraba el nivel de recuerdo de los sujetos que pertenecían al grupo que esperaba la tarea de recuerdo, pero que perjudicaba el rendimiento de aquellos que esperaban la prueba de reconocimiento, y que estos resultados eran atribuibles al hecho de que los sujetos instruidos para recordar, cuando trabajaban bajo la condición de ruido de intensidad moderada, tendían a emplear el repaso subvocal de los ítems en bloques. Debido a lo cual, los autores introdujeron un tercer factor en su experimento, a saber: la supresión del repaso. De acuerdo con los resultados anteriores, cuando se diese la condición de repaso suprimido se reducirían las diferencias entre las puntuaciones obtenidas en la prueba de reconocimiento y en la tarea de recuerdo, así como las diferencias entre el rendimiento en la mañana y el rendimiento en la tarde, siempre y cuando estas diferencias se debiesen al uso del repaso subvocal por parte de los sujetos.

Cada sujeto experimental fue asignado aleatoriamente, bien al grupo de la mañana (10:00-13:00 horas), o bien al de la tarde (15:00-17:00 horas); la mitad de los sujetos recibieron las "instrucciones-recuerdo" y la otra mitad las "instrucciones-reconocimiento". Adicionalmente, los sujetos de la condición de supresión del repaso debían repetir la palabra *the* en voz alta ante cada nueva palabra presentada. Todos los sujetos realizaron tanto la tarea de recuerdo como la de reconocimiento en el orden fijo recuerdo-reconocimiento.

Los resultados pusieron de manifiesto que la interacción entre instrucciones y hora del día en que se realizaba la tarea de recuerdo era significativa. Esta interacción reflejó que el rendimiento en recuerdo de los sujetos que esperaban la prueba de reconocimiento era peor en el grupo que trabajaba por la tarde que el de la mañana, mientras que el rendimiento de los sujetos que esperaban la tarea de recuerdo era mejor en el grupo de la tarde que en de la mañana.

Estos resultados son difíciles de explicar bajo la perspectiva de que los sujetos en la mañana emplean predominantemente un repaso más activo y que por la tarde hacen uso de un procesamiento de la información más elaborado, a menos que se asuma que los sujetos instruidos para recordar emplean un tipo diferente de elaboración de la información y que este tipo de elaboración es más compatible con la prueba de recuerdo libre que con la de reconocimiento. Entonces, por

ejemplo, los sujetos instruidos para recordar podían haber elaborado asociaciones entre ítems, mientras que los del grupo que esperaba la prueba de reconocimiento podían haber empleado una elaboración de ítems individuales. Esta última estrategia sirve para maximizar los ítems discriminables en la prueba de reconocimiento, pero no facilita la realización de la tarea de recuerdo.

Bajo la condición de supresión del repaso, solamente fue significativo el efecto principal de la posición serial, lo que sugiere que la supresión, tal y como se esperaba, reduce los efectos tanto de la hora del día como de las instrucciones.

En relación con el rendimiento en la prueba de reconocimiento, el análisis de los datos mostró un efecto principal significativo sólo de la posición serial, el cual resultó de un rendimiento superior con las palabras del comienzo de la lista. Así mismo, se halló un efecto principal significativo de la supresión del repaso sobre el número de falsas alarmas, observándose un incremento en el número de falsas alarmas en la condición en que el repaso era suprimido.

Si la elaboración de ítems individuales es una estrategia más compatible con el trabajo durante la tarde, se esperaría que en la prueba de reconocimiento los sujetos instruidos para el reconocimiento mejoraran su rendimiento en este momento del día, pero esto no se observó. De todas formas, es difícil obtener conclusiones firmes sobre la prueba de reconocimiento ya que no se sabe hasta qué punto las puntuaciones en esta prueba son independientes de las obtenidas en la de recuerdo, ya que esta última precedía siempre a la de reconocimiento.

Los resultados obtenidos en relación al efecto del ruido no son exactamente los mismos a los obtenidos en cuanto al efecto de la hora del día, lo que sugiere que una interpretación de los efectos de estas dos variables basada solamente en el hecho de que ambos factores incrementan la sensibilidad hacia las demandas de la tarea cuando se dan condiciones, teóricamente, de alto arousal es inadecuada. Por lo que, parece más bien que el ruido y la hora del día influyen sobre el rendimiento de las personas a través de mecanismos distintos. Por ejemplo, el trabajo durante la mañana puede estimular a los sujetos para que utilicen una estrategia de procesamiento más activa independientemente de las instrucciones recibidas, y que estas instrucciones sean más importantes durante la tarde. Por su parte, el ruido parece reforzar la preferencia preexistente por una estrategia en particular.

Siguiendo dentro de esta línea de investigación, Smith (1987) realizó una serie de experimentos en los que comparó los efectos del ruido y los de la hora del día sobre el procesamiento semántico de la información.

En un primer experimento, el autor analizó la relación existente entre la hora del día en que se realiza una tarea de procesamiento semántico y el rendimiento de los sujetos en

dicha tarea. En este experimento, cada uno de los sujetos fue evaluado en la mañana (entre las 10:00 y las 12:00 horas) y en la tarde (entre las 15:00 y las 17:00 horas), bien en el orden mañana-tarde o en el orden inverso. En cada sesión experimental, se le presentaba a los sujetos una oración simple en un monitor, y ellos debían decidir, en base a sus conocimientos generales, si la oración en cuestión era verdadera o falsa. Los sujetos fueron instruidos para que trabajaran los más rápido y con la mayor exactitud que pudiesen.

El análisis de los datos, realizado sobre el tiempo requerido por los sujetos para responder, puso de manifiesto que el efecto principal de la hora del día era significativo, reflejando que las respuestas de los sujetos eran más rápidas durante la tarde que durante la mañana; pero, esta mayor velocidad de respuesta durante la tarde tenía asociada un mayor número de errores, aún cuando, el incremento en el número de errores cometidos durante la tarde no alcanzó el nivel de significancia. El efecto de la hora del día fue aparente en los primeros cinco minutos de la tarea, a pesar de que la interacción entre momento de la evaluación y tiempo en la tarea no fue significativa.

En un segundo experimento, Smith (1987) analizó el efecto del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en la misma tarea de procesamiento semántico. En este experimento, cada sujeto era evaluado, tanto en una condición de ruido (ruido continuo de campo libre con nivel de intensidad de 78 dBA), como en una de silencio (ruido continuo de campo libre con nivel de intensidad de 42 dBA). La mitad de los sujetos recibió las condiciones de sonido en el orden ruido-silencio y la otra mitad en el orden silencio-ruido. Los sujetos eran evaluados a diferentes horas del día, pero cada sujeto asistía a las dos sesiones experimentales a la misma hora.

Los resultados de este experimento mostraron que el ruido no tenía efectos significativos, ni sobre la velocidad con que los sujetos respondían, ni sobre la exactitud de sus respuestas. Esto, sin embargo, no nos permite concluir que el ruido **nunca** tiene efectos sobre el procesamiento semántico de la información. En apartados anteriores ya se ha visto que autores como Eysenck (1975), Smith y Broadbent (1982), y Smith (1985 b) han hallado efectos significativos del ruido sobre el rendimiento en otro tipo de tareas de procesamiento semántico. Efectos que pueden ser positivos o negativos dependiendo de la tarea específica de la que se trate y de las características del ruido utilizado en las condiciones de sonido experimentales.

Los resultados de este segundo experimento combinados con los del anterior, muestran que el ruido y la hora del día tienen efectos diferentes sobre el rendimiento de los sujetos en una tarea de procesamiento semántico. Lo que contradice la postura teórica según la cual los efectos de ambos factores pueden ser interpretados en base a una única dimensión del arousal.

Es interesante anotar que la tendencia diurna observada con tareas de procesamiento semántico, a saber: mayor velocidad en la realización de la tarea durante la tarde, difiere de la obtenida con tareas de memoria episódica las cuales son mejor realizadas a primera hora de la mañana, y con tareas de memoria en funcionamiento las cuales muestran un rendimiento mejor a última hora de la mañana, por lo que es interesante analizar con más detalle hasta qué punto los efectos de la hora del día están o no relacionados con el tipo de tarea específica que los sujetos deban realizar. Smith (1987), en su cuarto experimento, evaluó la variación diurna del rendimiento de los sujetos en una tarea de recuperación de ejemplos de categorías dominantes y no dominantes, y comparó sus resultados con los obtenidos por Smith y Broadbent (1982 exp.: 3) en cuanto al efecto de la presencia de ruido sobre el rendimiento en la misma tarea de recuperación de ejemplos de categorías. Como se recordara, Smith y Broadbent (1982 exp.: 3) habían hallado que la presencia de ruido deterioraba la velocidad del recuerdo de los ejemplos dominantes, pero mejoraba ligeramente el recuerdo de los ejemplos no dominantes.

En su cuarto experimento, Smith (1987) sometió a los sujetos a dos sesiones experimentales realizadas en días consecutivos. Un primer grupo de sujetos llevaba a cabo la tarea de recuperación de ejemplos de categorías a primera hora de la mañana (entre las 8:00 y las 9:00 horas) y a última hora de la mañana (entre las 11:00 y las 12:00 horas); un segundo grupo, realizaba la tarea a primera hora de la mañana y a última hora de la tarde (entre las 17:00 y las 18:00 horas); y un tercer grupo de sujetos la realizaba a última hora de la mañana y a última hora de la tarde.

Los resultados de este experimento pusieron de manifiesto que, en general, todos los grupos de sujetos recordaban más ejemplos dominantes que no dominantes. Así mismo, todos los grupos recordaban más ejemplos cuando eran evaluados en la tarde que cuando realizaban la tarea en la mañana. Pero, la interacción entre hora del día y dominancia no fue significativa. Estos resultados difieren de los obtenidos por Smith y Broadbent (1982 exp.: 3) en relación con los efectos del ruido, lo que apoya la conclusión de Smith (1987 exps.: 1 y 2), según la cual los efectos del ruido y los de la hora del día son diferentes.

Smith y Broadbent (1982 exp.: 4) habían hallado que los efectos del ruido variaban cuando los ejemplos dominantes y no dominantes aparecían mezclados dentro de la misma lista de categorías. En este caso, sí había un efecto principal de ruido que mostraba un incremento del número de ejemplos recordados bajo la condición de ruido, pero la interacción entre ruido y dominancia no era significativa. Smith (1987 exp.: 5) analizó si los efectos de la hora del día sobre el rendimiento de los sujetos en esta nueva versión de la tarea de recuperación de ejemplos de categorías eran o no similares a los del ruido obtenidos por Smith y Broadbent (1982 exp.: 4).

Los resultados pusieron de manifiesto que, con esta versión de la tarea, los efectos de la hora del día hallados en el cuarto experimento dejaban de ser significativos, y que tampoco había una interacción entre la hora del día en que se realizaba la tarea y la dominancia. Con estos resultados, queda claro que los efectos del ruido difieren de los de la hora del día. Así mismo, queda patente que los efectos de la hora del día sobre el rendimiento varían en función de los cambios en la forma de la tarea.

Finalmente, Smith (1987) estudió los efectos de la hora del día sobre el rendimiento de los sujetos en una tarea que si bien también es de procesamiento semántico difiere de las anteriormente utilizadas. Esta tarea es la de recuerdo libre de listas de palabras categorizadas. En este sexto experimento, Smith (1987) utilizó los mismos materiales y procedimientos que Smith, Jones y Broadbent (1981 exp.: 3) en su estudio sobre los efectos del ruido sobre el recuerdo de listas de palabras categorizadas. De acuerdo con los resultados de estos últimos autores, el efecto principal del ruido sobre el número de palabras recordadas por los sujetos no era significativo, pero la presencia del estímulo sonoro sí afectaba el nivel con que los sujetos recordaban las palabras agrupadas según las categorías a las que pertenecían.

Nuevamente, Smith (1987) halló que los efectos de la hora del día sobre el rendimiento diferían de los efectos del ruido, ya que al analizar los efectos de la hora del día sobre el nivel de agrupamiento y sobre el número de palabras recordadas no se observó ningún efecto principal significativo de la hora del día, ni sobre el nivel de agrupamiento, ni sobre el número de palabras recordadas.

El cuadro siguiente compara los efectos del ruido y los de la hora del día en el rendimiento de las personas en las diferentes tareas de procesamiento semántico estudiadas, y refleja claramente que los efectos de estos dos factores sobre el rendimiento humano difieren sustancialmente.

MEDIDA DEL RENDIMIENTO

	Velocidad de Verificación.	Agrupamiento recuerdo libre.	Recuperación de ejemplos de Categorías.	
			Bloqueado	Mixto
RUIDO	No efectos	Deterioro	Ruido por Dominancia	Mejor con Ruido
HORA DEL DIA	Más rápido por la Tarde	No efectos	No Hora por Dominancia	No efectos

Los resultados de los estudios antes descritos no permiten determinar si las conclusiones a las que ellos nos llevan son válidas cuando se analizan los efectos del ruido sobre el rendimiento de las personas cuando trabajan de noche. Resultados experimentales como los obtenidos por Smith y Miles (1985 cps: Smith y Miles, 1986) parecen indicar que, tanto el ruido, como el trabajo nocturno afectan significativamente al nivel de rendimiento de los sujetos, pero que ambos factores son independientes. Con la finalidad de analizar detalladamente estas relaciones, Smiyh y Miles (1986) realizaron una investigación en la que intentaron determinar los efectos del ruido, del trabajo nocturno y la comida sobre el rendimiento de los sujetos en la versión visual de la tarea de vigilancia de Bakan. Los autores incluyeron la variable comida dado que otros estudios habían indicado que esta variable también influye en el nivel de rendimiento de las personas, observándose un declive significativo del rendimiento cuando los sujetos realizan una tarea después de haber comido. Los autores esperaban que, como la tarea usada implica la retención de secuencias particulares de dígitos, el rendimiento de los sujetos en la tarea de Bakan no se viese deteriorado durante la noche, pero que sí se viese afectado por la presencia de ruido, y reflejase el efecto postcomida.

Cada sujeto experimental asistió a una sesión desde las 9:00 hasta las 17:00 horas, y a una desde las 2:00 horas hasta las 6:00 horas con un intervalo entre sesiones de una semana. La mitad de los sujetos fueron evaluados en silencio (Ruido continuo de campo libre con nivel de intensidad de 40 dBA), y la otra mitad con ruido (Ruido continuo de campo libre con nivel de intensidad de 75 dBA). Dos de los grupos, uno bajo la condición de silencio y otro bajo la de ruido, fueron evaluados en el orden día-noche, mientras que los otros dos grupos fueron evaluados en el orden noche-día. Los sujetos realizaron el test de Bakan a las 9:40, 11:50, 14:10, y 16:20 horas durante el día, y a las 22:40, 00:50, 3:10, y 5:20 horas durante la noche.

El análisis de los datos referentes al porcentaje de aciertos en la evaluación precomida y en la postcomida mostró un efecto principal significativo de este factor, el cual reflejó un deterioro en el porcentaje de aciertos después de la comida (Porcentaje de aciertos precomida: 64,7%. Porcentaje de aciertos postcomida: 56%). Este menor rendimiento después de la comida fue evidente, tanto en el día como en la noche.

En relación con el efecto del ruido, el análisis mostró que había una interacción entre las condiciones de sonido y la comida, la cual indicó que bajo la condición de silencio el deterioro postcomida fue del 16%, mientras que en la condición de ruido este deterioro fue sólo del 3%. Así mismo, los datos mostraron que el rendimiento general de los sujetos en la evaluación precomida fue inferior en los sujetos que trabajaban con ruido que en los que lo hacían en silencio. Es decir, los sujetos que trabajaban en silencio rendían mejor que los que trabajaban con ruido, pero estos últimos mostraban un menor deterioro a consecuencia de la comida que los primeros.

En relación con las falsas alarmas, el único efecto significativo fue el del ruido. En este sentido, los sujetos que trabajaban bajo la condición de ruido cometían más falsas alarmas (Falsas alarmas promedio: 1.79) que los que trabajaban en silencio (Falsas alarmas promedio: 0.8).

Por último, y analizando los tiempos de reacción, se observó que ninguno de los efectos principales fue significativo, pero que sí había interacciones significativas entre el momento de la evaluación (día/noche) y la condición de sonido (ruido/silencio), y entre el momento de la evaluación y la comida (pre/postcomida). La interacción día/noche y ruido reflejó que, durante el día, los sujetos que trabajaban con ruido respondían más rápido que los que trabajaban en silencio, pero que durante la noche el patrón se invertía y los sujetos bajo la condición de ruido eran más lentos que los de la condición de silencio. Por su parte, la interacción día/noche y pre/postcomida mostró que el tiempo de reacción era más lento después que antes de la comida en el día, pero que era más rápido después que antes de la comida en la noche.

Estos resultados ponen de manifiesto, en primer lugar, que el deterioro observado después de la comida en el número de señales correctamente detectadas se ve reducido por la presencia de ruido de intensidad moderada. Esto sugiere que si el nivel de arousal de los sujetos es menor después de que han comido y si el ruido aumenta el nivel general de activación, entonces el lógico esperar que la presencia de ruido contrarreste los efectos dañinos de la comida sobre el rendimiento. Sin embargo, y como ya se ha visto en otros estudios reseñados, éste argumento simplista no es del todo acertado.

En segundo lugar, los resultados revelan que el efecto del ruido sobre el tiempo de reacción depende de que la evaluación se realice durante el día o durante la noche, de forma tal que durante el día el ruido provoca respuestas más rápidas, y durante la noche la presencia del ruido enlentece la velocidad de las respuestas. Este resultado no puede ser explicado a través del modelo simple del arousal, ya que si normalmente se asume que el nivel de arousal de los sujetos es menor durante la noche que durante el día, lo lógico sería esperar que la presencia del ruido durante la noche mejorara el rendimiento de los sujetos y no lo contrario como sucedió en este estudio experimental.

Existen muy pocos datos experimentales que revelen la posible relación que existe entre el trabajo nocturno, las condiciones de sonido y el rendimiento de los sujetos en tareas de procesamiento semántico. Uno de los pocos experimentos reportados en este sentido es el de Smith (1987 exp.: 3). En este experimento, el autor sometió a los sujetos a dos sesiones experimentales, en una de ellas los sujetos debían realizar una tarea de verificación de la verdad o falsedad de ciertas oraciones simples durante el día (9:00-17:00 horas), y en la otra debían realizar una versión equivalente de la misma tarea durante la noche (22:00-6:00

horas). Dos grupos de sujetos fueron evaluados en silencio (Ruido continuo de campo libre de 40 dBA), y otros dos grupos fueron evaluados bajo la condición de ruido (Ruido continuo de campo libre con 75 dBA de intensidad). Uno de los grupos en silencio y uno de los grupos de ruido fueron evaluados en el orden día-noche, y los grupos restantes fueron evaluados en el orden inverso.

Los resultados obtenidos en relación con el tiempo requerido por los sujetos para completar la tarea mostraron que el rendimiento de los sujetos era peor en las primeras horas del día (10:30 horas) que después (15:00 horas), mientras que este rendimiento era mejor en las primeras horas de la noche (23:30 horas) que después (4:00 horas). Estos datos confirman que la velocidad de procesamiento semántico varía a lo largo del día, pero que la presencia de ruido no afecta este patrón de resultados, ya que no hubo ningún efecto principal del ruido sobre el nivel de rendimiento de los sujetos, y tampoco hubo interacciones entre condiciones de sonido y el momento en que se realizaba la tarea. Estos resultados confirmaron, por tanto, el punto de vista de Smith y Miles (1986), según el cual, el trabajo nocturno y el ruido son dos factores que cuando afectan al rendimiento de las personas lo hacen de forma diferente. Evidentemente, los efectos del ruido y de la hora del día dependen de factores como: las instrucciones dadas a los sujetos, los parámetros de la tarea, la experiencia pasada de los sujetos con la tarea en particular, etc., factores todos estos relacionados con la estrategia que la persona selecciona para realizar la tarea.

2.5.- LA TEMPERATURA AMBIENTAL.

De igual forma que la hora del día, la temperatura ambiental es una variable que puede influir en los resultados experimentales obtenidos, ya que también está, directa o indirectamente, relacionada con el nivel general de activación de las personas. Las interacciones entre esta variable y el ruido han sido muy cuestionadas y, generalmente, han sido explicadas partiendo de la hipótesis de Easterbrook (1959), según la cual, el ruido incrementa el nivel general de activación de los sujetos y el calor medio lo disminuye. Así, por ejemplo, Hockey y Hamilton (1983) proponen que el calor, normalmente, no interactúa, ni con el ruido, ni con la pérdida de sueño. Estos autores se basan en el hecho de que el calor afecta a un mecanismo distinto del que se ve afectado por el ruido y que el concepto de *arousal* no es unidimensional. Por otro lado, Poulton y Edwards (1974) afirman que la interacción entre el calor y el ruido es antagonista más que aditiva. No obstante, Bell (1978) observa que el rendimiento de las personas se ve afectado negativamente, tanto por las altas intensidades del ruido, como por las altas temperaturas, pero que ambas variables no interactúan. Viteles y Smith (1946) hallan que sólo hay un efecto de las altas temperaturas (37°C). En un reanálisis posterior, Wilkinson (1969) observó un efecto significativo y

positivo del ruido a una temperatura intermedia (31°C), y un efecto significativo pero negativo a altas temperaturas.

Recientemente, Hygge (1988) exploró las interacciones entre calor medio y ruido, y sus efectos sobre el rendimiento de los individuos en tareas cognitivas y de reacción serial. Las condiciones de sonido utilizadas consistieron en ruidos cuyos niveles de intensidad eran 38 dBA y 53 dBA. Por otra parte, las condiciones de temperatura fueron 19°C y 27°C. Las tareas a realizar por los sujetos experimentales fueron:

- A) Aritmética mental, consistía en la adición o sustracción en tres etapas.
- B) Aprendizaje incidental, en esta tarea se informaba a los sujetos que durante la tarea de aritmética aparecerían una serie de palabras en la pantalla, posteriormente, los sujetos debían decir si tal o cual palabra había aparecido o no con anterioridad.
- C) Prueba de lectura, donde los sujetos debían detectar errores dentro de un texto.
- D) Figuras enmascaradas, consistía en la detección de una figura geométrica simple específica dentro de un patrón complejo.
- E) Fluidez verbal, en la que los sujetos debían decir tantas palabras como pudiesen con la condición de que comenzaran por una consonante determinada.
- F) Reacción serial.

Hygge (1988) halló que cuando los sujetos realizaban la tarea de figuras enmascaradas había una interacción significativa entre nivel de intensidad del ruido y temperatura ambiental. Esta interacción fue antagonista, observándose que el efecto negativo sobre el rendimiento generado cuando se presentaba uno de los estresores se veía contrarrestado por la adición del otro estresor. El ruido y el calor parecen así cancelarse el uno al otro cuando se presentan juntos, y tienen efectos perjudiciales sobre el rendimiento cuando se presentan por separado. En el resto de las tareas cognitivas no se observaron diferencias significativas en el rendimiento de los sujetos experimentales bajo ninguna de las condiciones analizadas. Finalmente, el autor halló que con la tarea de reacción serial, el calor medio tenía efectos facilitadores sobre el rendimiento de los individuos.

Los resultados obtenidos por Hygge (1988) pueden ser explicados por la teoría del arousal si partimos de la suposición de que el calor medio disminuye el nivel de activación y que el ruido lo incrementa, por lo que sus efectos combinados son antagonistas tal y como había observado Poulton y Edwards en 1974. De acuerdo con esto, el grupo bajo las condiciones de 19°C y 38 dBA es el que más próximo está al nivel óptimo de la "U" invertida que relaciona al arousal con el rendimiento. No obstante, esta postura teórica no permite explicar todos los resultados obtenidos en todas las tareas, ya que la interacción entre ruido y calor surgió como significativa solamente en la realización de determinadas tareas cognitivas.

La complejidad de todos los datos experimentales expuestos en este apartado, pone de manifiesto que la manipulación del nivel de activación general de los sujetos a nivel experimental resulta mucho más difícil de lo que generalmente los autores reconocen. Gale (1978 cp: Revelle et al., 1980), en su discusión sobre los determinantes del nivel de activación, plantea nueve fuentes potencialmente activadoras en situaciones experimentales:

- A) Arousal debido a diferencias individuales estables.
- B) Arousal debido a ritmos biológicos, tales como el ciclo diurno y el menstrual.
- C) Arousal debido a los efectos reparadores del sujeto.
- D) Arousal debido al "rapport" entre el experimentador y el sujeto.
- E) Arousal debido a la destreza del sujeto en la tarea y a su elección de la estrategia de realización adecuada.
- F) Arousal debido a los efectos específicos de la tarea, es decir, algunas tareas pueden ser en sí mismas activadoras, mientras que otras, como las de vigilancia, pueden no serlo.
- G) Arousal debido a los efectos situacionales del experimento, por ejemplo: la realización de las sesiones experimentales en grupo o individualmente, las condiciones medio ambientales de la sala donde se realiza el experimento, etc..
- H) Arousal debido al "feedback" recibido por los sujetos experimentales sobre su rendimiento en la tarea.
- I) Arousal debido a las características motivacionales extrínsecas e intrínsecas del sujeto y del procedimiento experimental.

En los experimentos reseñados en este apartado se han podido ver los efectos de algunas de estas fuentes generadoras de un alto nivel de activación. Sin duda alguna, la más importante a nivel conceptual es la de las diferencias individuales estables y los resultados, en general, no siempre dan apoyo a la existencia de tales diferencias individuales; pero, de acuerdo con Revelle, Humphreys, Simon y Gilliland (1980), los datos parecen indicar que sí hay diferencias estables en la fase del ritmo diurno que afectan a las relaciones entre personalidad, stress y rendimiento de las personas.

De acuerdo con Broadbent (1983), y a manera de conclusión, resulta demasiado elemental apoyar la noción de una dimensión simple del arousal, la cual tiene un punto óptimo en el que el rendimiento de las personas es el mejor para una tarea en particular. Es más plausible la hipótesis de que hay dos mecanismos cuyo nivel de arousal puede ir hacia

arriba o hacia abajo, y no sólo uno. Algunas personas pueden estar excitadas o alertas, mientras que otras están tensas y cansadas (dos niveles de excitación alta), y algunas personas pueden estar relajadas o calmadas, mientras que otras están inactivas o deprimidas (dos niveles de activación baja).

Broadbent (1971) propone como respuesta que hay al menos dos mecanismos involucrados, uno que corresponde al concepto tradicional de arousal, y otro que es un sistema de control o monitoreo, el cual intenta compensar la divergencia del arousal de su nivel óptimo. Supone así que variables, tales como: el ruido, el insomnio, las anfetaminas, la clorpromacina, etc., afectan a uno de estos sistemas, mientras que el alcohol, los barbitúricos, la dimensión de personalidad, y la hora del día afectan al otro. El autor afirma que las variables que pertenecen a cada grupo interactúan entre sí, por ejemplo: el ruido reduce los efectos de la pérdida del sueño, pero que no hay una relación consistente entre los factores que pertenecen a los dos grupos diferentes.

Adicionalmente, el concepto de arousal ha recibido otras críticas que, de acuerdo con Ponsoda (1983), hacen referencia a que: a) los indicadores fisiológicos del nivel de activación general no constituyen una medida adecuada del nivel de arousal; b) la relación entre nivel de arousal y rendimiento es ambigua, por lo que la teoría es más descriptiva que predictiva; c) en algunas ocasiones, la razón del deterioro tantas veces hallado a partir de cierto nivel de arousal está en que el sujeto atiende a otros estímulos.

3.- NIVELES DE PROCESAMIENTO.

Además de las dos aproximaciones teóricas ya expuestas, algunos investigadores consideran que los efectos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos deben ser entendidos en términos de la influencia de este tipo de estimulación acústica sobre el nivel de procesamiento con que el individuo analiza el material a ser recordado. De acuerdo con esta postura, el ruido es causante de que la profundidad con la que los sujetos manejan el material estímulo sea muy baja o superficial. Esta explicación parte de una concepción del sistema de memoria, algo diferente a la del tradicional modelo multialmacén, conocida como **niveles de procesamiento**. Craik y Lockhart (1972) publicaron un informe en el cual exponen claramente las comparaciones entre ambos modelos.

3.1.- MODELOS MULTIALMACÉN.

El concepto esencial subyacente a este modelo es que *la información es transferida de un almacén otro y que los distintos almacenes se diferencian entre sí por sus características de retención*. Broadbent en 1958 propuso que la información es retenida transitoriamente antes de que la misma entre en el canal de procesamiento de capacidad limitada. Los ítems son retenidos a corto plazo después de la percepción, a partir de aquí la información puede ser transferida y retenida en un almacén a largo plazo más permanente. En este modelo, generalmente, se acepta que la memoria humana puede ser clasificada en tres niveles de almacenaje: los almacenes sensoriales, la memoria a corto plazo, y la memoria a largo plazo. Estas ideas fueron desarrolladas, en 1968, por Atkinson y Shiffrin. De acuerdo con estos autores, al presentar un estímulo al sujeto, éste lo registra inmediatamente en función de las dimensiones sensoriales apropiadas en los **almacenes sensoriales**.

El segundo componente básico del sistema de memoria es el **almacén a corto plazo**. Este almacén puede considerarse como la memoria en funcionamiento del sujeto. La información que entra en este almacén a corto plazo se desvanece y desaparece completamente, aunque el tiempo necesario para ello es considerablemente mayor que en el caso del registro sensorial. El carácter de la información presente en el almacén a corto plazo no necesariamente depende de la forma de la entrada sensorial, por ejemplo: una palabra presentada visualmente puede codificarse pasando del registro sensorial visual al almacén auditivo a corto plazo. Es difícil estimar la tasa

exacta con la que se desvanece la información en el almacén a corto plazo debido a la gran influencia que ejercen los procesos de control del sujeto; a pesar de esta dificultad, los datos indican que la información representada en forma auditivo-visual-lingüística se desvanece y se pierde en un período de tiempo, aproximadamente, de 15 a 30 segundos.

El último de los componentes del sistema es el **almacén a largo plazo**. Este almacén difiere de los dos anteriores en que la información en él almacenada no se desvanece, ni se pierde del mismo modo. Mientras que en el registro sensorial y en el almacén a corto plazo la información puede perderse totalmente, en el almacén a largo plazo es relativamente permanente, aún cuando, pueda verse modificada o ser irrecuperable temporalmente debido a la entrada de otra información. Otra diferencia entre el almacén a corto plazo y el almacén a largo plazo es que, mientras el primero es de capacidad limitada, el segundo no conoce límites. Así mismo, en el almacén a corto plazo los ítems verbales son habitualmente codificados en forma fonémica, mientras que en el almacén a largo plazo son codificados en términos de sus características semánticas.

Según Glanzer (1972), determinadas variables ambientales pueden afectar a uno de los tres componentes de la memoria sin que por ello se vean afectados los restantes. De acuerdo con Atkinson y Shiffrin (1968), el flujo de la información entre los tres almacenes se encuentra, en gran parte, bajo el control del sujeto. Estos autores, al hablar de flujo de la información y de transferencia entre almacenes hacen referencia a un mismo proceso definiéndolo como el *copiado* de la información seleccionada a partir de un almacén en el siguiente. Este proceso de copiado ocurre sin que la información transferida se desplace de su almacén original.

En el cuadro de la página siguiente, Craik y Lockhart (1972) resumen las características distintivas de los tres niveles de almacenaje descritos.

Diferencias comúnmente aceptadas entre
los tres almacenes de la memoria

CARACTERISTICA	REGISTRO SENSORIAL	ALMACEN A CORTO PLAZO	ALMACEN A LARGO PLAZO
Entrada de información.	Preatentiva.	Requiere atención.	Repaso.
Mantenimiento de la información.	No es posible.	Atención continuada. Repaso.	Repetición. Organización.
Formato de la información.	Copia literal de la entrada.	Fonémica. Probablemente visual. Posiblemente semántica.	Predominantemente semántica. Algunas veces auditiva y visual.
Capacidad.	Grande.	Pequeña.	Sin límites.
Pérdida de información.	Decae completamente.	Desplazamiento. Posible pérdida.	Posible no pérdida. Pérdida de accesibilidad o discriminabilidad.
Duración de la huella.	1/4 - 2 segs.	30 segs.	De minutos a años.
Recuperación.	-	Probablemente automática. Claves temporal/fonémicas.	Claves de recuperación. Posibles procesos de búsqueda.

3.2.- NIVELES DE PROCESAMIENTO.

En 1972, Craik y Lockhart hicieron una serie de críticas al modelo multialmacén, críticas estas basadas en los conceptos de *capacidad*, *codificación* y en la *función de retención*. Tomando como base estas críticas, plantearon la aproximación de los niveles de procesamiento.

En relación con la *capacidad*, no está claro si la limitación se da en la capacidad de procesamiento, en la capacidad de almacenaje, o si esta limitación significa que hay una interacción de las dos anteriores. En términos de las analogías con un ordenador, en las que se basan los modelos de flujo de la información, la decisión es si la limitación se refiere a la capacidad de almacenaje de la memoria o si se refiere a la tasa con que el procesador puede realizar ciertas operaciones. La noción de un canal de capacidad limitada propuesta por Broadbent (1958) parece enfatizar en la segunda interpretación, mientras que los modelos de la memoria, tales como el de Waugh y Norman (1965) parecen estar a favor de la interpretación del almacenaje.

Los intentos que se han hecho de medir la capacidad del almacén a corto plazo se inclinan hacia la interpretación del almacenaje y consideran al número de ítems como una escala de medida apropiada. Tales intentos han resultado en la propuesta de ciertos rangos de valores, por ejemplo: estimaciones del tamaño de la memoria primaria realizadas por Baddeley (1970) y Murdock (1972) han dado valores entre dos y cuatro palabras. No obstante, medidas de la cantidad de memoria arrojan cifras entre cinco y nueve ítems, dependiendo de si los ítems en cuestión son palabras, letras o dígitos (Crannell y Parrish, 1957 cps: Craik y Lockhart, 1972). La explicación más ampliamente aceptada de esta variación entre datos es que la capacidad está limitada en términos de "chunks", y que pueden recordarse pocos o muchos ítems dentro de un "chunk" dependiendo del significado del material. Este punto de vista implica una noción del almacén a corto plazo más flexible, entendiéndolo como un almacén que puede aceptar gran variedad de códigos que van desde las características físicas más simples del estímulo hasta las características semánticas complejas.

Craik y Lockhart (1972) entendieron el concepto de capacidad en términos de limitaciones en la tasa de procesamiento, siendo la limitación en el almacenaje de información consecuencia de una mucho más fundamental.

En relación con la *codificación*, Conrad (1964) y Baddeley (1966 cp: Craik y Lockhart, 1972) propusieron una base plausible para diferenciar entre los almacenes a corto y a largo plazo. Ellos concluyeron que la información en el almacén a corto plazo está codificada acústicamente, y que en el almacén a largo plazo la codificación es, predominantemente, semántica. Sin embargo, investigaciones posteriores ponen en duda esta distinción. Levy (1971), y Peterson y Johnson (1971) mostraron que la codificación en el

almacén a corto plazo puede ser articulatoria o acústica, y Kroll et al. (1970 cp: Craik y Lockhart, 1972) demostraron que, aún con material verbal, el almacén a corto plazo puede en ocasiones ser visual. Posteriormente, se halló que la respuesta a la pregunta de si el almacén a corto plazo puede o no retener información semántica depende del paradigma utilizado. Con el paradigma tradicional de la memoria a corto plazo la respuesta parece ser "no", pero Shulman (1970, 1972 cp: Craik y Lockhart, 1972) aportó evidencia de que el almacén a corto plazo puede ser semántico.

Craik y Lockhart (1972) consideran que la cuestión de la codificación debe ser formulada en términos de las demandas de procesamiento impuestas por el paradigma experimental y por el material a ser recordado. En algunos paradigmas y con cierto tipo de material, la codificación adecuada puede ser la acústica, mientras que en otras circunstancias, el procesamiento a nivel semántico no sólo es posible sino ventajoso.

Con respecto a las **características del olvido**, éstas varían dependiendo del paradigma experimental y del material utilizado, y si los almacenes de la memoria se van a diferenciar en términos de sus características de olvido, el requisito mínimo es que la función de retención del material no varíe a lo largo de diferentes paradigmas experimentales y condiciones experimentales. En este sentido, diferentes autores han hallado distintos valores de durabilidad de la huella de la memoria: Neisser (1967 cp: Craik y Lockhart, 1972) observó que el icono tardaba un segundo o menos en desaparecer. Posner (1969 cp: Craik y Lockhart, 1972) halló que la persistencia visual está por encima de un segundo y medio, mientras que en otros estudios se han propuesto valores de seis, diez y 25 segundos.

Craik y Lockhart (1972) afirman que la retención depende de aspectos del paradigma como: el tiempo de estudio, la cantidad de material presentado y el modo de evaluación. Así como de la extensión con la cual los sujetos desarrollen sistemas para analizar y enriquecer determinados tipos de estímulos: familiaridad, compatibilidad y significado del material.

Partiendo de todas estas críticas, Craik y Lockhart (1972) concluyen que el modelo multialmacén es insatisfactorio y que es más útil centrarse en las operaciones de codificación en sí mismas, entendiendo a las tasas de olvido como una función del tipo y de la profundidad de la codificación. De esta forma, proponen una manera distinta de aproximarse al sistema de la memoria humana denominada como *niveles de procesamiento*.

Muchos teóricos han coincidido en que la percepción implica el análisis rápido del estímulo a un número de niveles o estados (Selfridge y Neisser, 1960; Treisman, 1964; Sutherland, 1968 cps: Craik y Lockhart, 1972). Los estados preliminares atañen al análisis de las características físicas o sensoriales del estímulo (líneas, ángulos, luminosidad,

sonoridad, etc.), mientras que los posteriores atañen más al emparejamiento de la entrada con abstracciones almacenadas que surgen del aprendizaje pasado de los sujetos, en otras palabras, los últimos estados de procesamiento hacen referencia a patrones de reconocimiento y a la extracción del significado del material presentado. Frecuentemente, esta concepción basada en una serie de niveles de procesamiento es denominada *profundidad del procesamiento*, donde una gran profundidad implica un alto grado de análisis cognitivo o semántico.

De acuerdo con Craik y Lockhart (1972), después de que el estímulo ha sido reconocido, éste puede ser sometido a un procesamiento posterior mediante el enriquecimiento y la elaboración del material. Esta elaboración no está restringida al material verbal, puede existir en el análisis perceptual de sonidos, señales, etc.. Uno de los resultados del análisis perceptual es la huella de la memoria cuya persistencia está en función de la profundidad del análisis, de forma tal que las huellas más elaboradas y fuertes resultan de niveles de análisis profundos. En el modelo de Craik y Lockhart (1972) se usa el término *profundidad*, por una parte, en el sentido de cantidad de significado extraído del material estímulo presentado, lo cual sugiere que las huellas de la memoria se diferencian entre sí **cuantitativamente**; pero, por otro lado, plantea que la percepción involucra etapas de análisis diferentes **cualitativamente**, hablándose así de una etapa de análisis de las características físicas, un patrón de reconocimiento, y la extracción del significado, todo lo cual resulta en la formación de la huella de la memoria.

Los diferentes niveles de procesamiento pueden, por tanto, ser agrupados en estados, como por ejemplo: análisis sensorial, patrón de reconocimiento y elaboración del estímulo. Estos niveles son representados mentalmente como un continuo de análisis, siendo concebida la memoria, de igual forma, como un continuo. Este continuo parte de los productos pasajeros del análisis sensorial y va hasta los productos duraderos de las operaciones semántico-asociativas. Además de esto, y sobreimpreso al sistema de memoria básico, hay una segunda forma de retener el estímulo mediante la recirculación de información en un mismo nivel de procesamiento. Descripciones tales como: "atención continuada en ciertos aspectos del estímulo", "mantener los ítems en la consciencia", "retener los ítems en la memoria primaria", etc., se refieren al concepto de mantener la información en un nivel de procesamiento dado. Cuando la capacidad de procesamiento es utilizada para mantener la información en un nivel, aparece el fenómeno de la memoria a corto plazo.

La retención en la memoria primaria es, por ende, equivalente al procesamiento continuado. Este tipo de procesamiento simplemente prolonga la accesibilidad al ítem, sin llegar a la formación de una huella de la memoria más permanente; esto se conoce como *procesamiento de tipo I*. El *procesamiento de tipo II* implica un análisis profundo del estímulo y, solamente este segundo tipo de repaso conlleva a una mejora del rendimiento de la memoria.

La profundidad con la cual opera la memoria primaria dependerá de la utilidad que para el sujeto tenga continuar el proceso en un mismo nivel de procesamiento y, también, de la docilidad del material para ser procesado profundamente. Entonces, si la tarea de la persona es simplemente reproducir pocas palabras segundos después de oírlas, no necesita retenerlas a un nivel más profundo que el del análisis fonético. Si, por el contrario, las palabras forman una oración con significado la persona necesitará hacer uso de las estructuras de aprendizaje más profundo.

La capacidad limitada es una función del procesador en sí mismo, pero el número de ítems retenidos depende del nivel al cual el procesador esté operando. A niveles profundos, el sujeto puede hacer uso de reglas aprendidas y del conocimiento pasado, por lo que el material puede ser manejado con mayor eficiencia y ser mejor retenido.

De acuerdo con esta postura teórica, hay al menos tres fuentes de fallos en el procesamiento de la información, de las cuales depende que se alcance o no un nivel profundo de procesamiento, a saber: a) la naturaleza del material, b) la limitada disponibilidad de capacidad de procesamiento, y c) las demandas de la tarea. En este sentido, muchos de los datos sobre confusiones acústicas en la memoria a corto plazo están basados en materiales como letras o dígitos. Este tipo de material tiene un contenido semántico relativamente pequeño y esta característica tiende a restringir el procesamiento a un nivel de análisis estructural y, por tanto, no es sorprendente que los errores sean de naturaleza estructural. Este tipo de errores pueden ocurrir con material significativo si la capacidad de procesamiento es desviada a una tarea irrelevante (Eagle y Ortoff, 1967). Finalmente, el recuerdo a largo plazo puede ser facilitado por manipulaciones experimentales que induzcan a un procesamiento más profundo o más elaborado.

Uno de los aspectos que tradicionalmente se ha empleado como evidencia de la distinción entre almacén a largo plazo y a corto plazo ha sido el efecto de la posición serial (Broadbent, 1971). Considerándose que el efecto de recencia refleja las salidas del almacén a corto plazo, mientras que los ítems tempranos son recuperados a partir del almacén a largo plazo. De acuerdo con Atkinson y Shiffrin (1968), esto se debe a que los ítems iniciales son más repasados y, por ende, son mejor registrados en el almacén a largo plazo. La posición de Craik y Lockhart (1972) no difiere sustancialmente de la tradicional, según el modelo por ellos planteado, los primeros ítems son procesados con el procesamiento del tipo II, y los del final de la lista pueden ser mantenidos fonémicamente, lo que conlleva a un recuerdo inmediato excelente de los últimos ítems de la lista, ya que ellos están siendo procesados aún en la memoria primaria. No obstante, el grado con el cual el sujeto codifica los ítems iniciales a un nivel de procesamiento más o menos profundo, probablemente, depende del material específico a ser recordado y de la tarea.

Partiendo de esta descripción de la memoria, parece obvio que ciertas operaciones analíticas deben preceder a otras. No obstante, la evidencia experimental reciente sugiere que el ser humano percibe el significado antes de que perciba el resultado de un análisis que, por lógica, debe ser previo. Así, en el modelo de niveles de procesamiento se considera que la elaboración de los códigos no se da como una jerarquía de pasos necesarios. Estímulos significantes o altamente familiares pueden ser procesados a un nivel profundo más rápidamente que estímulos menos significativos. Por ende, la velocidad del análisis no es un buen predictor de la retención. La retención es una función de la profundidad, y ésta depende de factores tales como: la atención prestada al estímulo, su grado de compatibilidad con las estructuras analizadas, y el tiempo disponible para el procesamiento.

En 1975, Craik y Tulving extendieron la línea propuesta por Craik y Lockhart (1972), proponiendo que, tanto la profundidad del procesamiento, como la extensión o elaboración de la codificación son determinantes importantes del rendimiento de la memoria. Grandes grados de integración o, alternativamente, grandes grados de elaboración conllevan a una alta retención evidenciada en el rendimiento de los sujetos en pruebas posteriores.

La investigación realizada por Hyde y Jenkins (1969) ha sido frecuentemente referida como un apoyo a la postura teórica de los niveles de procesamiento. Estos autores analizaron los efectos diferenciales de distintas tareas incidentales sobre la organización del recuerdo en una lista de palabras altamente asociadas, y pretendieron aclarar los mecanismos que conllevan a una organización de la memoria, determinando si esta organización tiene lugar en la entrada, en el almacenaje o en la salida del sistema de memoria. En este sentido, en algunos estudios se ha asumido que la organización tiene lugar durante la actividad de recuerdo en sí misma, de forma tal que, cuando una palabra es recordada ésta actúa de estímulo auxiliar ayudando a los sujetos a elicitar otra palabra de la lista. No obstante, Tulving (1962, 1966) plantea que la organización en el recuerdo libre es un fenómeno de almacenaje donde la lista de ítems comienza a almacenarse bajo unidades altamente ordenadas y, estas unidades corresponden con las relaciones existentes en la lista de estímulos. Para finalizar, Salamenska (1968 cp: Hyde y Jenkins, 1969) postula que las huellas de los ítems individuales se almacenan independientemente, pero que el sujeto también codifica una representación general de la estructura de la lista como un plan de recuperación o estrategia la cual sirve de guía en el recuerdo de los ítems.

La hipótesis de Hyde y Jenkins (1969) fue que el agrupamiento en el recuerdo depende de cómo el sujeto usa la interpretación que hace de las palabras durante la tarea incidental. Las tareas que implican una interpretación significativa del material estímulo (palabras como unidades semánticas) deberán tener poco o ningún efecto en el agrupamiento, mientras que las tareas que requieren un tratamiento no significativo del estímulo (palabras como

objetos) deberán provocar una reducción en la organización/agrupamiento y un decremento correspondiente en el nivel de recuerdo. Con objeto de evaluar esta hipótesis, Hyde y Jenkins (1969) emplearon tres tareas incidentales, a saber:

- A) La tarea placentera/displacentera, la cual implica por parte de los sujetos una evaluación de las palabras de acuerdo al grado en que las mismas les resultan placenteras o displacenteras.
- B) La tarea "E", en la cual los sujetos deben chequear si la palabra contiene o no la letra E.
- C) La tarea de número de letras, donde los sujetos deben estimar el número de letras que contiene cada palabra.

Los autores supusieron que la tarea placentera/displacentera facilitaba el recuerdo y el agrupamiento, mientras que las otras dos tareas afectaban adversamente el nivel de rendimiento de los sujetos.

Junto con estas tres tareas incidentales, había tres condiciones experimentales:

- A) El grupo de recuerdo solamente, en el cual los sujetos simplemente oían las palabras de la lista y no recibían ninguna tarea incidental, debiendo posteriormente recordar las palabras presentadas.
- B) El grupo incidental, en el que, subgrupos de sujetos, llevaban a cabo las diferentes tareas incidentales durante la presentación del material estímulo, pero no sabían que luego se les pediría que recordaran las palabras previamente presentadas.
- C) El grupo incidental + recuerdo, en el cual se les decía a los sujetos que, además de realizar la tarea incidental, debían recordar las palabras que se les habían presentado.

El material estímulo consistió en 12 pares de asociaciones primarias, presentadas en orden aleatorio con la restricción de que las asociaciones primarias no podían aparecer juntas en la lista.

En un primer experimento, la tasa de presentación de las palabras fue de una palabra cada dos segundos. En este primer experimento, los autores analizaron: el número promedio de palabras recordadas, el porcentaje promedio de agrupamientos por oportunidad donde un cluster fue definido como el recuerdo de una par asociado junto, el número promedio de categorías recordadas, y el número promedio de ítems recordados por categoría.

En cuanto al recuerdo medio, los autores observaron que, dentro de la condición incidental, el rendimiento del grupo que realizaba la tarea placentera/displacentera (grupo 1) era significativamente superior que el rendimiento alcanzado por el grupo que debía chequear las letras E (grupo 2) y que el alcanzado por el grupo que debía estimar el número de letras de la palabra (grupo 3). El rendimiento de los sujetos del

grupo 1 no difirió significativamente del alcanzado por los sujetos del grupo de recuerdo sólo. Los grupos 2 y 3 no difirieron significativamente el uno del otro. En la condición incidental + recuerdo, el patrón de resultados fue idéntico (Ver tabla 29).

TAREA INCIDENTAL

GRUPO DE SUJETOS	PLACENTERA/ DISPLACENTERA	LETRA E	NUMERO DE LETRAS
Incidental	16,3	9,4	9,9
Incidental + Recuerdo	16,6	10,4	12,4
Recuerdo Sólo	16,1		

TABLA 29: Número promedio de palabras recordadas en función de la tarea incidental realizada por los sujetos, y de las condiciones experimentales en las que trabajaban.

En relación al porcentaje de agrupamiento, los resultados fueron muy similares a los obtenidos con el recuerdo medio de palabras como medida del rendimiento. Así, se puede observar en la tabla 30 que dentro del grupo de sujetos de la condición incidental, el rendimiento de los sujetos que realizaron la tarea placentera/displacentera fue superior al alcanzado por aquellos que realizaron las tareas detección de la letra E y estimación del número de letras. En la condición incidental + recuerdo, el patrón de resultados fue el mismo. Sin embargo, analizando las diferencias entre tareas específicas los resultados obtenidos con esta medida del rendimiento son ligeramente diferentes a los obtenidos con el número promedio de palabras recordadas: los sujetos que realizaron la tarea de estimar el número de letras no diferían entre sí, independientemente, de la condición en la que se encontraban, y el rendimiento de los sujetos que realizaban la tarea de chequear la letra E era significativamente superior bajo la condición incidental + recuerdo que bajo la incidental.

El patrón de resultados mencionados también se halló al analizar el número promedio de categorías y el número de ítems recordados por categoría. Así, los sujetos del grupo que realizaban la tarea placentera/displacentera recordaban más ítems por categoría, y recordaban un mayor número de categorías que los sujetos que realizaban las otras dos tareas incidentales.

TAREA INCIDENTAL

GRUPO DE SUJETOS	PLACENTERA/ DISPLACENTERA	LETRA E	NUMERO DE LETRAS
Incidental	67,5%	26,3%	30,9%
Incidental + Recuerdo	71,5%	41,7%	40,3%
Recuerdo Sólo	63,7%		

TABLA 30: Porcentaje de agrupamiento promedio alcanzado por los sujetos en función de la tarea incidental realizada, y de las condiciones experimentales en las que trabajaban.

A manera de resumen, se puede decir que para todas las variables de rendimiento consideradas, la tarea incidental placentera/displacentera no produce resultados apreciablemente distintos de los obtenidos por los sujetos del grupo control de recuerdo solamente. Los resultados obtenidos por los sujetos con la tarea E y con la del número de letras difieren significativamente de los observados en el grupo de recuerdo sólo y en el grupo placentera/displacentera. Una posible explicación de estas diferencias es que la tarea E y la del número de letras provocan una reducción en la organización de la información en la memoria.

Hyde y Jenkins (1969) realizaron un segundo experimento, muy similar al anterior, hallándose exactamente los mismo que en el primero. Posteriormente, llevaron acabo un tercer experimento en el que variaron una de las variables intraexperimentales, a saber: el número de veces que se leía la lista. En los dos experimentos anteriores el sujeto leía la lista sólo una vez, mientras que en el tercero la leía dos veces. Esta variable fue manipulada porque es bien sabido que la repetición afecta al nivel de agrupamiento en el recuerdo. En este tercer experimento, los resultados confirmaron los hallados previamente.

A partir de los resultados de estos tres experimentos, se ve claramente que las tareas realizadas por los sujetos mientras oyen el estímulo verbal tienen un gran efecto sobre la cantidad de material recordado y sobre la organización en la memoria de dicho material. Hallándose que las tareas que implican el manejo de las palabras como objetos, reducen el recuerdo medio y la organización del recuerdo. Por el contrario, cuando la tarea realizada por los sujetos implica el manejo de las palabras como unidades semánticas nunca hay una reducción del recuerdo, ni de la organización del mismo. Esto apoya la postura teórica según la cual, cuando el sujeto utiliza la palabra como unidad semántica en una tarea incidental, ésta no afecta adversamente, ni al recuerdo, ni a

la organización del mismo. Por el contrario, cuando la tarea incidental implica el uso de las palabras como objetos o colecciones de letras más que como unidades semánticas, ésta tarea afecta negativamente, tanto al recuerdo, como la organización. Todo esto concuerda perfectamente con lo predicho por el modelo de la memoria como niveles de procesamiento.

Finalmente, los resultados de esta investigación parecen apoyar la sugerencia de Tulving (1962, 1966) de que son las huellas de la memoria en sí mismas las que se almacenan juntas de acuerdo con alguna característica de la palabra y, por ende, el proceso de organización tiene lugar en el almacenamiento más que en la entrada o en la salida del sistema de memoria.

La evidencia experimental en pro y en contra de la postura de los niveles de procesamiento es amplia. Kolers y Osty (1974 cps: Eysenck, 1978) hallaron evidencia de que si bien la información grafémica es un ejemplo típico de procesamiento superficial, ésta puede ser retenida durante grandes períodos de tiempo. Este resultado es inconsistente con la formulación de Craik y Lockhart (1972) ya que, según ellos, la información semántica debe ser mejor retenida que la tipográfica o grafémica, debido a que la primera es procesada a niveles más profundos que la segunda, y crea huellas en la memoria más fuertes y persistentes. De forma similar, Jacoby (1975 cp: Eysenck, 1978) halló que la información física es retenida por tanto tiempo como la semántica.

Es importante aclarar que en estas dos investigaciones, sus autores usaron tests de reconocimiento y no de recuerdo como solían utilizar Craik y Lockhart (1972). Parece así que los efectos de la profundidad de codificación son mayores en los tests de recuerdo que en los de reconocimiento. Los pequeños efectos de la profundidad del procesamiento sobre el rendimiento de los sujetos en pruebas de reconocimiento concuerdan con la hipótesis de que la profundidad de procesamiento afecta a la recuperación de la información más que a los procesos de reconocimiento o decisión basados en la información presentada (Eysenck, 1978).

En cuanto a la elaboración o extensión de la codificación, hay situaciones experimentales en las cuales la extensión no provoca mejoras en el rendimiento. Bartlett (1932) y Bransford et al. (1972) mostraron que la elaboración semántica del material estímulo puede tener efectos dañinos, tanto en el recuerdo, como en el reconocimiento. El factor crucial parece ser si el sujeto, a la hora de la prueba de retención, puede discriminar entre el material estímulo que se le presentó y la elaboración adicional de la codificación que, de este material, hizo él mismo. En resumen, una codificación elaborada puede tener efectos dañinos si: a) los distractores son altamente similares a la huella almacenada, y b) las claves de recuperación son incompatibles con la unidad codificada.

3.3.- LOS EFECTOS DEL RUIDO Y LA POSTURA DE LOS NIVELES DE PROCESAMIENTO.

Haciendo referencia específicamente a los efectos del ruido sobre el rendimiento humano entendidos en términos del modelo de niveles de procesamiento, Schwartz (1975) halló que el ruido incrementa el rendimiento de las personas en una tarea de recuerdo libre de palabras relacionadas fonéticamente, pero que no afecta al recuerdo del material relacionado semánticamente. Por otra parte, observó que los efectos perjudiciales del ruido son mayores en el recuerdo de oraciones normales que en el recuerdo de palabras aleatorias.

Por su parte, Jones y Broadbent (1979) observaron que las personas que corrigen un texto bajo una condición de ruido comprenden menos el significado general del material que están corrigiendo. Este resultado es similar al obtenido por Weinstein (1974 cp: Smith y Broadbent, 1981) quien halló que los sujetos, en una prueba de chequeo visual de errores gramaticales y ortográficos, son igualmente buenos detectando los errores ortográficos tanto en ruido como en silencio, pero que con ruido hay un deterioro en la detección de los errores gramaticales.

Finalmente, Daee y Wilding (1977), y Smith, Jones y Broadbent (1981) han indicado que la presencia del ruido durante la realización por parte de los sujetos de una tarea de recuerdo libre de listas de palabras categorizadas tiene efectos perjudiciales sobre el nivel de agrupamiento alcanzado por los sujetos.

Todos estos resultados experimentales son consistentes con el punto de vista de que las personas hacen más uso de niveles de análisis relativamente superficiales cuando están en una situación de ruido y que, en estas circunstancias, descuidan los niveles de procesamiento profundos. Si bien es cierto que esta no ha sido la única explicación aportada para dar cuenta del porqué de los resultados antes indicados, lo que sí es evidente es que hay diferencias importantes entre la retención y el recuerdo de palabras tasadas por su significado y la retención y el recuerdo de palabras catalogadas de acuerdo con sus características físicas.

Smith y Broadbent (1981) realizaron una serie de experimentos con objeto de analizar los efectos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en distintos tipos de tareas de codificación, y sobre el recuerdo posterior a los diferentes tipos de codificación. En un primer experimento, los autores pedían a los sujetos que codificaran las características físicas de algunas palabras y las semánticas de otras, con objeto de ver si el ruido creaba sesgos en el proceso de codificación hacia las características físicas a expensas de las semánticas. Para esto, cada uno de los sujetos experimentales debía realizar uno de los siguientes tres tipo de clasificación con las palabras:

- A) Clasificación ejemplo.
- B) Clasificación rima, en la que la persona debía decir si la palabra rimaba o no con otra palabra.
- C) Clasificación semántica, donde el sujeto debía responder si la palabra particular era para él placentera, neutral o displacentera.

Todos los sujetos muestreados realizaban la tarea de recuerdo a corto plazo de palabras bajo condiciones de ruido (nivel de intensidad: 85 dB) y bajo condiciones de silencio (nivel de intensidad: 55 dB). La mitad recibían las condiciones de sonido en el orden silencio-ruido, y la otra mitad en el orden inverso, con un intervalo entre sesiones de una semana. Los sujetos recibían dos listas de 36 palabras, una en cada condición de sonido, en el orden lista 1-lista 2 o en el orden inverso. Cada palabra y cada indicación del tipo de clasificación a realizar era presentada durante cinco segundos, y los sujetos disponían de dos minutos para recordar el mayor número de palabras que pudiesen en el orden deseado.

Adicionalmente, los autores evaluaron la idea de que el ruido interactúa con la naturaleza de las palabras, por lo que usaron tres tipos de palabras dentro de cada lista: palabras placenteras, displacenteras y neutras. En cada lista de palabras habían 12 palabras consideradas placenteras, 12 consideradas como displacenteras, y 12 neutras. Dentro de cada condición de clasificación, había cuatro palabras de cada tipo. De esta forma, los autores pudieron hacer predicciones sobre las interacciones entre condiciones de sonido y tipo de palabra; esperando que el ruido interactuara con los estímulos emocionales de la misma forma que lo hace con el nivel de activación del sujeto y, dado que las palabras emocionales pueden ser vistas como más distintivas, se esperaba que el ruido interactuara con ellas de forma similar a como lo hace con las tareas prioritarias o más probables.

En este experimento, los resultados reflejaron que, por una parte y en cuanto a los efectos de la tarea de clasificación, el recuerdo era significativamente mejor después de que los sujetos habían realizado la tarea de clasificación semántica que después de que habían realizado los otros dos tipos de clasificación. Sin embargo, no hubo un efecto principal significativo de las condiciones de sonido, pero sí hubo un efecto principal significativo del orden de presentación del tratamiento de sonido; este efecto indicó que las personas que recibían el tratamiento en el orden ruido-silencio recordaban más palabras que aquellas que lo recibían en el orden inverso.

En relación al efecto del tipo de palabra, se observó un efecto principal significativo del tipo de palabra, el cual mostró que eran mejor recordadas las palabras más emocionales que las neutras. Nuevamente, aquí tampoco hubo un efecto principal significativo de las condiciones de sonido, ni una interacción entre ruido y tipo de palabra, pero sí hubo un efecto principal significativo del orden de presentación del tratamiento de sonido.

Como se puede ver, los resultados no concuerdan con el punto de vista de que la presencia de ruido crea sesgos hacia la codificación física y que disminuye el procesamiento semántico del material verbal. Por lo que, analizando simplemente el número de palabras recordadas por los sujetos como medida del rendimiento no podemos apoyar la postura teórica según la cual el efecto del ruido se centra en que los sujetos analizan la información a un nivel superficial de procesamiento a expensas de los niveles de análisis más profundos. Sin embargo, debe anotarse que, en general, el rendimiento de los sujetos fue bastante pobre y es probable que cualquier efecto del ruido estuviese enmascarado por este bajo nivel de rendimiento general.

En los próximos dos experimentos, los autores usaron un paradigma directamente relacionado con los niveles de procesamiento, es decir, emparejamiento físico versus emparejamiento de nombres.

En el segundo experimento, Smith y Broadbent (1981) hipotetizaron que si el ruido produce sesgos en el proceso de codificación hacia las características físicas, entonces habrá una interacción entre ruido y tipo de emparejamiento. Para evaluar esta hipótesis, los autores presentaban a los sujetos un par de letras y ellos debían responder si las letras tenían el mismo nombre o no. El emparejamiento podía ser físico (Ej: AA) o por nombre (Ej: Aa). Cada sujeto recibía dos bloques de 40 ensayos cada uno, que consistían en 10 parejas físicas, 10 parejas nombre y 20 parejas diferentes. Las letras utilizadas fueron: A, B, F, H, y K. El orden de presentación de los ensayos era aleatorio, y los sujetos recibían uno de los bloques en silencio (nivel de intensidad: 55 dB) y uno en ruido (nivel de intensidad: 85 dB).

En cuanto al tiempo de reacción, se halló que había un efecto principal significativo del tipo de emparejamiento, con una diferencia promedio de 80 msecs. entre el emparejamiento físico y el emparejamiento por nombre; pero, no había ni un efecto principal significativo de las condiciones de sonido, ni una interacción entre condiciones de sonido y orden de presentación del tratamiento de sonido.

Analizando la tasa de errores, los autores observaron que esta tasa era menor en la condición de emparejamiento físico que en la de emparejamiento por nombre, independientemente de que el sujeto se hallase en la situación de ruido o en la de silencio. En otras palabras, no hubo interacción significativa entre las condiciones de sonido y el tipo de emparejamiento, a pesar de que la ventaja del emparejamiento físico es grande.

Es posible que con el transcurso del tiempo entre las dos letras presentadas, las diferencias entre ambos tipos de emparejamiento se vean influidas por el ruido. Para investigar esta posibilidad, Smith y Broadbent (1981) realizaron un tercer experimento en el que el par de letras se presentaban en forma sucesiva y no simultáneamente como en los experimentos anteriores (Ej: letra 1 (500 msecs.)-tarjeta

negra (750 msecs.)-letra 2 (750 msecs.)). Estudios previos habian mostrado que la ventaja del emparejamiento fisico disminuye cuando aumenta el tiempo que separa a la presentación de las letras.

Los resultados de este experimento mostraron que, como se esperaba, la ventaja del emparejamiento fisico se redujo considerablemente y, al igual que en los experimentos anteriores, no hubo un efecto principal significativo de las condiciones de sonido, ni hubo una interacción entre la condición de sonido y el tipo de emparejamiento. No obstante, sí hubo una interacción significativa entre orden de presentación de las condiciones de sonido y tipo de emparejamiento. Esta interacción mostró que los sujetos que trabajaban en el orden ruido-silencio presentaban una gran ventaja en las parejas físicas, y los que trabajaban en el orden silencio-ruido presentaban una gran ventaja en las parejas nombre. Smith y Broadbent (1981) consideraron que una posible explicación de esta interacción es que la estrategia adoptada por los sujetos cuando se encuentran con la primera tarea continúa siendo la empleada en ocasiones posteriores.

Lo que sí queda claro, a partir de los resultados de los experimentos antes mencionados, es que el ruido no siempre produce sesgos hacia el emparejamiento fisico, por lo que no podemos aceptar totalmente la teoría general de que el ruido cambia el nivel de procesamiento con el cual el sujeto maneja la información. No obstante, Smith y Broadbent (1981) no desechan totalmente esta postura explicativa y afirman que la falta de interacción entre ruido y niveles de procesamiento puede deberse a la moderada intensidad del ruido utilizado, a los niveles generales de rendimiento de los sujetos en estos experimentos, o a una combinación de estos dos factores.

3.4.- CRITICA FINAL A LA POSTURA DE LOS NIVELES DE PROCESAMIENTO.

La propuesta explicativa basada en el modelo de la memoria de niveles de procesamiento propuesto por Craik y Lockhart (1972) y Craik y Tulving (1975), al igual que todas las posturas teóricas descritas anteriormente, cuenta con defensores y detractores, y los resultados experimentales ayudan poco a aclarar el panorama. En relación con la teoría aquí discutida, la critica más fuerte viene de la mano de Eysenck (1978).

Como se recordara, Craik y Lockhart (1972) proponian que el análisis perceptual involucra niveles o etapas de análisis que van desde el análisis de las características físicas hasta el análisis de las características semánticas y, de acuerdo con Craik (1973), la persistencia de las huellas en la memoria es una función positiva de la profundidad del análisis, es decir, del significado extraído del estímulo. Posteriormente,

Craik y Tulving (1975) indicaron que no sólo es esencial la profundidad del procesamiento, sino que también son determinantes importantes del rendimiento de la memoria la extensión o la elaboración de la codificación.

La primera crítica de Eysenck (1978) hace referencia a la naturaleza de las huellas de la memoria, planteando que Craik y Lockhart (1972) no especifican cuáles son las consecuencias teóricas de distinguir entre diferencias entre huellas cuantitativas (surgidas de la mayor o menor profundidad del procesamiento) y cualitativas (surgidas de las diferentes etapas de análisis: características físicas, patrones de reconocimiento y extracción del significado), ya que la detección de variaciones cuantitativas en el rendimiento de los sujetos en tareas de recuerdo no pueden ser tomadas como evidencia directa de variaciones cualitativas en la codificación.

Craik (1973), y Craik y Tulving (1975) consideran que ellos lograban producir diferencias cualitativas en el almacenaje de la información mediante el uso de tareas orientadoras que difieren cualitativamente; sin embargo, Eysenck (1978) usando tareas orientadoras fonémicas y semánticas seguidas de una prueba de reconocimiento, observó que los introvertidos procesaban de acuerdo con los requerimientos de la tarea orientadora, mientras que los extrovertidos procesaban semántica o fonémicamente, independientemente de la tarea orientadora. Por lo que las diferencias en el rendimiento pueden ser función más de las características de personalidad de los sujetos que de las diferencias cualitativas en el almacenaje de la información.

La situación se complica aún más al considerar lo propuesto por Craik y Tulving (1975) en relación con el hecho de que la profundidad del procesamiento y la extensión del procesamiento son dos términos diferentes, donde la extensión hace referencia a la "anchura" del análisis dentro de un nivel dado de codificación. Según Craik y Tulving (1975), tanto el número de atributos codificados a un nivel, como la extensión con la cual estos atributos están integrados determinan el rendimiento de la memoria, es decir, tanto las diferencias entre huellas cuantitativas como las diferencias cualitativas son importantes. Según Eysenck (1978), es difícil hacer predicciones partiendo de esta formulación, ya que ¿podríamos decir que el rendimiento de la memoria será mejor con huellas que incorporan muchas características parcialmente relevantes o que será mejor con huellas que incorporan un pequeño número de características completamente relevantes?

Otra de las críticas hechas por Eysenck (1978) es que es muy difícil medir la profundidad y la elaboración. Esta dificultad es consecuencia, en gran parte, de la vaguedad con la cual está definida la *profundidad* en el modelo de Craik y Lockhart (1972). Estos últimos autores propusieron una solución parcial a este problema de medida, sugiriendo que los niveles de análisis profundos pueden requerir de más tiempo que los niveles superficiales, lo que no significa que la velocidad de análisis sea el mejor predictor de la retención.

En este sentido, Craik (1973) halló que preguntas que, presumiblemente, implican niveles superficiales de procesamiento (Ej: ¿la palabra está escrita en letras capitales?) son contestadas con mayor rapidez que aquellas que requieren niveles profundos de procesamiento (Ej: ¿la palabra es miembro de la categoría "X"?). No obstante, Gadinier (1974 cp: Eysenck, 1978), pidiendo a los sujetos que explorarán un blanco para ver si contenía un fonema particular o si pertenecía a una determinada categoría semántica, halló que la tarea de procesamiento semántico es realizada con mayor rapidez que la de procesamiento fonémico. De acuerdo con Eysenck (1978), las comparaciones entre los tiempos de procesamiento con diferentes materiales son difíciles ya que muchos factores distintos a la profundidad de procesamiento pueden incidir en que el tiempo de procesamiento sea mayor con un tipo de material que con otro. Recordemos que también Craik y Lockhart (1972) indicaron que la mayor o menor profundidad del análisis depende del material estímulo utilizado y de las demandas de la tarea que los sujetos deban realizar.

El paradigma preferido por Craik y Lockhart (1972) para manipular experimentalmente la profundidad del procesamiento es el paradigma del aprendizaje incidental. La dificultad fundamental de este paradigma es que requiere una localización "a priori" de diferentes procesos de codificación en diferentes niveles de procesamiento. Si bien parece razonable suponer que las tareas semánticas implican niveles de procesamiento más profundos que las fonéticas, esta decisión no resulta tan fácil con otros tipos de tareas, por ejemplo: los estímulos pictóricos son, generalmente, adecuadamente reconocidos en pruebas de retención lo que puede sugerir que ellos son procesados a un nivel profundo, pero también puede sugerir que el procesamiento de estímulos pictóricos implica el almacenaje solamente de los atributos físicos del estímulo.

Por otra parte, y en relación a la extensión de la codificación o elaboración, ésta ha sido investigada sólo a niveles semánticos y fonémicos, quedando poco claro cómo puede manipularse la extensión del procesamiento en otros niveles de profundidad del procesamiento.

La tercera crítica hecha por Eysenck (1978) hace referencia a los procesos de recuperación. De acuerdo con Craik y Lockhart (1972), un procesamiento profundo de la información provoca que la huella en la memoria sea muy persistente por lo que el rendimiento en las tareas de retención será una función positiva de la profundidad del procesamiento. Sin embargo, estos autores apuntaron que la naturaleza de la situación de recuperación era muy importante y que, en algunas circunstancias, un procesamiento profundo de la información puede acarrear un rendimiento bajo en tareas de retención. Craik y Lockhart (1972) se centraron en la importancia de las operaciones de entrada: naturaleza del estímulo y las instrucciones dadas al sujeto, pero es obvio que las operaciones de salida también son esenciales a la hora de comprender todo el conjunto de variables que intervienen en el rendimiento. Posteriormente, Craik (1978 cp: Eysenck,

1978) reconoció la importancia que tienen otros factores, además de la profundidad del procesamiento, como determinantes del rendimiento de la memoria. Entre estos factores están:

- A) La elaboración de la codificación.
- B) La congruencia entre un evento y su contexto de codificación.
- C) La singularidad del enlace entre la información recuperada y el evento codificado.

Probablemente, el procesamiento fonémico y el semántico difieran con respecto a varios o a todos estos factores.

4.- TEORIA DE LA SELECCION DE ESTRATEGIAS.

En repetidas oportunidades a lo largo de este trabajo se ha señalado que los efectos del ruido sobre el rendimiento humano pueden ser explicados de una manera diferente a las tradicionales concepciones de los efectos del ruido como enmascaramiento del lenguaje interno, en base a sus efectos sobre el nivel de activación general de los sujetos, y en función de sus efectos sobre el nivel de profundidad con el que las personas analizan el material estímulo. Esta aproximación alternativa, conocida como *teoría de la selección de estrategias*, ha sido propuesta por autores como Broadbent (1981, 1983, 1984), Smith y Broadbent (1982), Smith (1983 c), Smith (1982).

De acuerdo con Broadbent (1983), la evidencia experimental muestra que los efectos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos dependen de la estrategia que las personas adoptan para realizar una tarea dada, y que estos efectos pueden verse alterados sin que halla cambios significativos en la tarea como tal. En 1984, Broadbent afirmó que cuando se evalúa el rendimiento del ser humano, inicialmente, él dispone de cierto número de maneras alternativas de realizar la tarea en cuestión, por ejemplo: si la tarea es de aritmética mental, la persona puede operar primero con los dígitos más significativos, memorizar el resultado, y luego operar con el siguiente dígito más significativo; alternativamente, la misma tarea puede ser realizada comenzando por los dígitos menos significativos. Cada una de dichas estrategias tiene sus ventajas y sus desventajas. En consecuencia, en la realización de una tarea cualquiera, la persona debe elegir una estrategia, entre todas las probables, para llevarla a cabo, y la presencia de condiciones ambientales ruidosas durante la realización de la tarea puede influir en ese proceso de selección de la estrategia.

Un claro ejemplo de esto lo aportan Smith y Broadbent (1982) en sus investigaciones sobre los efectos del ruido sobre el recuerdo y el reconocimiento de ejemplos de categorías. Estos autores pidieron a los sujetos experimentales que realizaran una tarea de recuerdo de ejemplos de categorías con una lista de palabras. Cada una de las palabras era el nombre de una categoría e iba acompañada de una letra. La tarea de los sujetos consistía en producir palabras que perteneciesen a la categoría y que comenzasen por la letra señalada. Esta tarea resulta fácil si la letra permite que la respuesta sea un ejemplo familiar o dominante de la categoría; en este caso, el sujeto puede recorrer hasta

el final todos los ejemplos de la categoría y decir la palabra con la letra inicial correcta. Pero, la tarea puede incluir todas las palabras de la categoría excepto las dominantes; en este caso, la estrategia anterior no es útil.

En estas investigaciones, dos grupos de sujetos seleccionados de entre la misma población, recibieron las mismas instrucciones, dadas por el mismo experimentador, a la misma hora del día, y trabajaron con el mismo material estímulo. En cada uno de ellos se observó un efecto significativo de las condiciones de sonido sobre el rendimiento de los sujetos en la tarea, pero en direcciones opuestas. Uno de los grupos de sujetos (grupo 1) era relativamente mejor, bajo la condición de ruido, con los ejemplos dominantes de la categoría, y relativamente peor con los no dominantes (esto es lo mismo que lo hallado por Eysenck, 1975). Por el contrario, el otro grupo de sujetos (grupo 2) era relativamente mejor, bajo la condición de ruido, con los ejemplos no dominantes, y peores con los dominantes.

La única diferencia entre ambos grupos de sujetos era que el primero de los grupos había participado con anterioridad en experimentos en los que se requería que ellos recordaran ejemplos de una categoría, es decir, los sujetos del grupo 1 habían practicado la estrategia de "moverse" hasta el final de la categoría, partiendo de los ejemplos dominantes hasta los menos dominantes. Cuando los sujetos no tenían experiencia previa con la tarea, los efectos del ruido eran en la dirección opuesta. Se observa así que el efecto del ruido depende de la forma en que la persona realiza la tarea. Este efecto no implica un cambio mecánico y uniforme en los parámetros fundamentales del proceso de recuperación de la información que perjudica siempre a la misma tarea de la misma forma.

Además de la experiencia previa con la tarea, otra variable que incide sobre la estrategia elegida por el sujeto para realizar la tarea es el número de ítems que deben ser recordados. En este sentido, Hamilton, Hockey y Rejman (1977), pidiendo a los sujetos que recordaran los últimos ocho ítems de un grupo de ítems presentados auditivamente, observaron que, en esta tarea, un ruido con un nivel de intensidad de 85 dB deteriora el recuerdo de los ítems más tempranos, pero mejora el recuerdo del último o de los dos últimos ítems.

Smith (1983 a) llevó a cabo un experimento con la misma tarea, pero pidiéndole a los sujetos que recordaran, o bien los últimos ocho ítems, o bien los últimos cinco ítems. Los resultados obtenidos por este autor pusieron de manifiesto que la presencia del ruido no siempre tiene efectos perjudiciales sobre el recuerdo de los ítems tempranos de la lista. De hecho, cuando los sujetos debían recordar sólo cinco ítems, la presencia de un ruido con 85 dBC de intensidad mejoraba el recuerdo de todos los ítems excepto el del último ítem presentado, mientras que cuando tenían que recordar ocho ítems, el ruido mejoraba el recuerdo de los últimos ítems y perjudicaba el recuerdo de los anteriores. Este último

resultado - coincide plenamente con el obtenido por Hamilton, Hockey y Rejman (1977).

Analizando detalladamente los resultados, el autor observó que las personas que saben que sólo deben recordar los últimos cinco ítems van hacia atrás en el pasado cuando la secuencia se detiene, y es entonces cuando comienzan a recordar del quinto ítem hacia el último, habiendo por tanto una correlación positiva entre el orden de recuerdo y el orden de presentación. Cuando se les pide a las personas que recuerden ocho ítems, los sujetos comienzan recordando primero los últimos ítems presentados, de los que pueden estar relativamente seguros, es decir, recuerdan en el orden inverso al de la presentación. La presencia del ruido parece fortalecer la tendencia de las personas en cada una de estas situaciones.

De acuerdo con Smith y Broadbent (1982), la presencia de un ruido durante la realización de determinada tarea hace que los sujetos utilicen la estrategia de realización más favorable, independientemente de cuál sea esta estrategia, durante un lapso de tiempo mayor, es decir, que bajo condiciones de ruido los sujetos cambian la prioridad de una estrategia por encima de la de otra estrategia. Según los resultados experimentales obtenidos por estos autores, esto significa que los sujetos del grupo que tenía experiencia previa en la tarea de producción de ejemplos de categorías aumentaban la prioridad de una estrategia en favor de la dominancia y que la presencia del ruido permitía que dicha estrategia fuese utilizada durante más tiempo.

Coincidiendo con esta propuesta, en 1983, Broadbent señaló que los efectos del ruido sobre la selección que el sujeto hace de las estrategias pueden centrarse en una alteración del mecanismo usado para la selección. Partiendo de esta idea, supongamos que el mecanismo se hace más extremo en las situaciones en las que los sujetos trabajan bajo ruido, es decir, que la estrategia probablemente adoptada en silencio es también la más probable con ruido. Esto podría explicar el hallazgo frecuente de que las partes secundarias de la tarea se ven afectadas negativamente por el ruido, y que una estrategia común de realización de las tareas, tal y como es la de usar el repaso verbal interno en tareas que implican retención de información sea la empleada con mayor frecuencia.

Smith y Broadbent (1982), Smith (1982), y Wilding et al. (1982 cps: Breen-Lewis y Wilding, 1984) plantearon que cuando los sujetos llevan a cabo una tarea, la cual puede ser realizada usando distintas vías, el ruido dirige al sujeto hacia la adopción de ciertas estrategias como preferentes sobre otras, y refuerza el uso de la estrategia dominante. Esta dominancia de la estrategia puede venir dada por las instrucciones, por la experiencia previa del sujeto o por algunos rasgos de la tarea.

En relación con el hecho de que la dominancia de una estrategia puede estar determinada por las instrucciones, Breen-Lewis y Wilding (1984) realizaron un experimento (Exp.: 1) en el que intentaron determinar la relación existente entre las estrategias adoptadas por los sujetos a la hora de realizar una tarea de recuerdo de palabras y los efectos del ruido. En este sentido, los autores manipularon la estrategia adoptada por los sujetos a través de las instrucciones que estos sujetos recibían. De esta forma, compararon el rendimiento de los sujetos bajo dos condiciones de sonido: a) Ruido blanco presentado a través de audífonos con nivel de intensidad de 65 dBC, y b) Ruido blanco presentado a través de audífonos con nivel de intensidad de 85 dBC, y bajo dos tipos distintos de instrucciones: a) instrucciones que hacían que los sujetos esperasen una prueba de recuerdo libre después de la presentación de la lista de palabras, y b) instrucciones que hacían que los sujetos esperasen una prueba de reconocimiento. Algunos estudios muestran que la diferencia entre estos dos tipos de instrucciones radica en el grado con el cual los sujetos repasan espontáneamente el material a ser recordado; en este sentido, parece que cuando los sujetos reciben instrucciones para que recuerden tienden a repasar los ítems en bloques y a procesarlos de forma más activa que cuando se les instruye para realizar una tarea de reconocimiento.

En este experimento, los sujetos fueron informados de que se les presentarían 20 diapositivas, cada una con una palabra, en este momento, los sujetos asignados al grupo de instrucciones-recuerdo eran orientados para que esperasen una prueba de recuerdo, y los asignados al grupo instrucciones-reconocimiento para que esperasen una prueba de reconocimiento de palabras. Al final, todos los sujetos realizaban, primero, la tarea de recuerdo y, luego, la de reconocimiento. El ruido fue presentado, tanto en el período de presentación de las palabras, como en el de recuerdo y reconocimiento.

En relación con el rendimiento de los sujetos en la tarea de recuerdo, el análisis de varianza reveló que había un efecto principal significativo de las instrucciones. Este efecto puso de manifiesto que los sujetos, bajo las instrucciones de recuerdo, recordaban un número significativamente superior de palabras que los sujetos que esperaban la prueba de reconocimiento. La interacción instrucciones por ruido, también, fue significativa e indicó que el ruido de 85 dBC de intensidad mejoraba el rendimiento de los sujetos instruidos para recordar, en tanto que producía un deterioro en el rendimiento de los sujetos que esperaban la prueba de reconocimiento. De acuerdo con los datos, la mejora producida por el ruido en los sujetos instruidos para recordar puede ser atribuida al incremento en el recuerdo de los ítems provenientes del comienzo de la lista, lo cual es consistente con el punto de vista de que el ruido refuerza la tendencia de los sujetos que emplean el repaso subvocal de los ítems en bloques.

De igual forma, los autores realizaron un análisis de varianza instrucciones por ruido por posición en la serie con los datos registrados sobre el número promedio de palabras correctamente reconocidas y el promedio de falsas alarmas. Este análisis mostró que había un efecto principal significativo de las instrucciones sobre el número total de palabras reconocidas menos las falsas alarmas, el cual puso de manifiesto que el rendimiento en la tarea de reconocimiento era significativamente mejor en el grupo de sujetos instruidos para recordar que en el grupo que esperaba la prueba de reconocimiento.

Si, como sugirieron Smith (1982), y Wilding et al. (1982 cps: Breen-Lewis y Wilding, 1984), el ruido refuerza la estrategia dominante se esperaba que el rendimiento en la prueba de reconocimiento fuese superior en los sujetos del grupo instrucciones-reconocimiento cuando trabajaban con ruido de 85 dBC de intensidad, pero este patrón de resultados no se observó. En este sentido, es importante tener en cuenta que en el experimento desarrollado por Breen-Lewis y Wilding (1984) el rendimiento de los sujetos en la prueba de reconocimiento probablemente está influido por el rendimiento de estos mismos sujetos en la prueba de recuerdo ya que, en todos los casos, la prueba de recuerdo precedía a la de reconocimiento. De hecho, cuando el número de ítems correctamente recordados fue restado de las puntuaciones de reconocimiento para determinar el número de ítems reconocidos pero no recordados, se halló un efecto principal significativo de las instrucciones, observándose un rendimiento superior en los sujetos que esperaban la prueba de reconocimiento. Teniendo esto en cuenta, la ausencia de una mejora del rendimiento en la tarea de reconocimiento en los sujetos del grupo instruido para el reconocimiento no es una evidencia decisiva en contra del punto de vista de que el ruido refuerza el uso de la estrategia de realización de la tarea dominante. El rendimiento promedio superior en la prueba de reconocimiento de los sujetos instruidos para recordar sugiere que el tipo de codificación empleada por estos sujetos produce una retención mejor, independientemente de la posibilidad de que el recuerdo de los ítems haya servido para mejorar el rendimiento en la prueba de reconocimiento.

Los resultados parecen sugerir que la presencia de ruido dirige la atención hacia las características más dominantes de los requerimientos de la tarea, mejorando la producción de enlaces asociativos entre ítems en los sujetos que esperaban la prueba de recuerdo. En general, estos resultados experimentales son consistentes con la interpretación de los efectos del ruido basada en que dicha estimulación sonora afecta a los mecanismos de selección de la estrategia para la realización de la tarea, dirigiendo a los sujetos a la adopción de ciertas estrategias como preferentes a otras, y reforzando el uso de la estrategia dominante.

Esta generalización, sin embargo, no puede ser apoyada si analizamos los resultados experimentales obtenidos por Dornic y Fernaeus (1981 cp: Broadbent, 1983), y Smith y Broadbent (1981). Los primeros autores pidieron a los sujetos

experimentales que alternaran rápidamente entre dos tareas, observando que las personas tenían un rendimiento bajo en ambos tipos de procesamiento, especialmente cuando trabajaban con ruido. Este resultado no puede ser explicado mediante la hipótesis de que hay una prioridad de una clase de tarea sobre la otra. Los datos parecen indicar más bien que el sujeto ha seleccionado una forma de realizar la tarea y que la presencia del ruido hace difícil cambiar esta estrategia. Por su parte, Smith y Broadbent (1981) observaron que las personas que recibían el ruido como primera condición, mantenían la estrategia por ellos elegida aún en la condición de silencio. De acuerdo con las conclusiones de Broadbent (1983), si el ruido tiene un efecto sobre la selección de la estrategia es más probable que su efecto sea obstaculizar el cambio de la estrategia ya seleccionada. No obstante, Smith y Broadbent (1982) no pudieron dar apoyo experimental a esta propuesta.

Evidentemente, la elección de las medidas que muestren qué tipo de estrategia están usando los sujetos es un problema con el que se enfrentan todos los estudios relacionados con la teoría de la selección de estrategias. En un estudio realizado por Hartley, Dunne, Schwartz y Brown (1986), los autores plantearon como posible solución a este problema el uso de la tarea de verificación de oraciones. En esta tarea se le pide a los sujetos que vean oraciones simples seguidas de una representación pictórica y, posteriormente, que indiquen tan rápidamente como puedan si la oración es una descripción real del dibujo. En la tarea de verificación de oraciones, el tiempo requerido por los sujetos para verificar la adecuación de la oración al dibujo está relacionado con la estrategia que el sujeto utilice para llevar a cabo la tarea. En este sentido, algunas personas pueden usar una estrategia predominantemente verbal en la cual la persona, al ver la oración, la retienen en forma de oración y al enfrentarse con el dibujo lo representan de manera similar a una oración. Otras personas pueden preferir la estrategia visuo-espacial, convirtiendo, durante la fase de comprensión, a la oración inicial en una representación visuo-espacial y comparando ésta representación, en la etapa de verificación, con el dibujo.

Los autores utilizaron la tarea de verificación como medio para determinar los efectos del ruido sobre las estrategias cognitivas usadas por las personas. De acuerdo con la postura teórica según la cual el ruido refuerza el uso de la estrategia preferida por las personas, y teniendo presente que la selección de la estrategia verbal o de la visuo-espacial está en función de que las personas prefieran una u otra estrategia, los autores esperaban que, en la etapa de comprensión, si la estrategia verbal es más utilizada bajo la presencia de ruido debido a que esta estrategia requiere un procesamiento más superficial de la información, entonces el grupo verbal sería más rápido trabajando con ruido que trabajando en silencio; pero, el grupo visuo-espacial sería más lento trabajando con ruido, puesto que esta estrategia requiere un procesamiento más profundo de la información y, por tanto, es más lenta. En la etapa de verificación, el uso preferente de la estrategia verbal bajo condiciones de ruido tendría efectos relativamente pequeños en el rendimiento del

grupo verbal, pero el uso preferente de la estrategia visuo-espacial con ruido mejoraría el rendimiento del grupo visuo-espacial.

Los sujetos experimentales asistieron a dos sesiones, en una de ellas realizaron la tarea de verificación de 16 pares de oraciones-dibujos en silencio (Ruido blanco continuo de campo libre con nivel de intensidad de 70 dBA), y en la otra trabajaron con ruido (Ruido blanco continuo de campo libre con nivel de intensidad de 95 dBA). La mitad de los sujetos recibieron las condiciones de sonido en el orden ruido-silencio y la mitad restante las recibieron en el orden inverso. Para determinar qué sujetos pertenecían al grupo verbal y cuáles al grupo visuo-espacial, los autores realizaron, sobre una muestra de 50 sujetos, una regresión múltiple relacionando la complejidad de la oración y los tiempos usados en la etapa de comprensión y en la de verificación. De esta forma, 16 sujetos fueron seleccionados, ocho del grupo verbal y ocho del grupo visuo-espacial.

Se registraron dos tiempos de reacción como medidas del rendimiento, a saber: a) el tiempo de comprensión, definido como el tiempo transcurrido entre la aparición de la oración y la presión del botón que indicaba que el sujeto estaba preparado para ver el dibujo, y b) el tiempo de verificación, definido como el tiempo transcurrido entre la aparición de dibujo y la presión del botón que indicaba la respuesta del sujeto.

Los resultados pusieron de manifiesto que, en general, el grupo verbal era más rápido que el grupo visuo-espacial en la etapa de comprensión, pero que en la etapa de verificación, el grupo verbal era más lento que el visuo-espacial.

Dado que no hubo ninguna interacción significativa entre condiciones de sonido, estrategia usada y etapa de la tarea, ni entre condiciones de sonido y etapa de la tarea, los autores analizaron separadamente los grupos verbal y visuo-espacial. Estos análisis mostraron que la presencia de ruido tenía efectos benéficos sobre el rendimiento de los sujetos que usaban la estrategia verbal, tanto en la etapa de comprensión, como en la de verificación. Pero, tenía efectos perjudiciales sobre el rendimiento de los sujetos que usaban la estrategia visuo-espacial, tanto en la etapa de verificación como en la de comprensión.

Estos resultados no permiten apoyar la hipótesis según la cual el ruido estimula al sujeto a usar la estrategia preferida ya que, de acuerdo con dicha hipótesis, el efecto del ruido interactuaría con la estrategia usada y con la etapa de la tarea, siendo los resultados de rendimiento de los sujetos distintos en la etapa de comprensión y en la de verificación.

Los autores explicaron sus resultados tomando como base la propuesta de Wilding y Mohindra (1980), y Mohindra y Wilding (1983), de acuerdo con la cual, el ruido afecta a la tasa con la que los sujetos repasan el material en tareas de

recuerdo verbal y que su efecto es benéfico en todas aquellas tareas donde el repaso activo es la estrategia idónea. Probablemente éste sea el caso en el presente experimento ya que el proceso de verificación implica comparaciones del orden de las oraciones, por lo que las mejoras en el rendimiento observadas en los sujetos que usaban la estrategia verbal bajo condiciones de ruido podrían deberse a un mejor recuerdo del orden y a un mayor repaso generado por el ruido. Este mecanismo de repaso mantenido obstaculiza la estrategia visuo-espacial por lo que si la presencia de ruido propicia dicho repaso, entonces es lógico que el rendimiento de las personas que usaban la estrategia visuo-espacial se viese deteriorado con la presencia del ruido.

El efecto del ruido sobre el rendimiento de los sujetos puede, entonces, depender de si las personas normalmente utilizan una estrategia verbal o una espacial para realizar las tareas. Sin embargo, bajo ciertas circunstancias experimentales, la estrategia espacial puede ser la exigida. En este sentido, Hartley, Boulton y Dunne (1987) realizaron una investigación en la que se seleccionó una tarea cuya solución podía ser representada, tanto de una manera visuo-espacial, como de forma verbal. Esta tarea fue los cubos de Rubik. La estrategia elegida por los sujetos para la resolución de esta tarea podía ser reforzada pidiéndole a los sujetos que dibujaran o escribieran los pasos que ellos habían seguido para obtener el patrón requerido.

Los autores anticiparon que con este tipo de tarea, el ruido podría beneficiar el uso de la estrategia verbal, ya que esta tarea depende del recuerdo de la secuencia de movimientos implicados en el logro de la solución; por el contrario, el ruido perjudicaría el rendimiento de las personas que usaban una estrategia visuo-espacial, ya que esta estrategia compete con el repaso verbal estimulado por la presencia de ruido. Adicionalmente, se esperaba que los sujetos con mayor capacidad verbal rindiesen mejor cuando la tarea era especificada verbalmente, y que los sujetos con mayor capacidad espacial rindiesen mejor cuando la tarea era especificada visuo-espacialmente.

En primer lugar, los autores seleccionaron de entre un grupo de 62 sujetos aquellos con mayor capacidad espacial y verbal usando para ello los siguientes tests: test de la palabra final, test de vocabulario amplio, test de laberinto, y test de rotación de tarjetas. De esta forma se seleccionaron dos grupos de 16 sujetos cada uno, uno especialmente bueno en las pruebas espaciales y el otro superior en las verbales. Estos dos grupos de sujetos asistieron a dos sesiones experimentales, en una de las sesiones realizaban los problemas espaciales y verbales del test de cubos de Rubik con ruido (Ruido blanco continuo de campo libre con nivel de intensidad de 95 dBA), y en la otra hacían los problemas en silencio (Ruido blanco continuo de campo libre con 70 dBA de intensidad). La mitad de los sujetos recibían las condiciones de sonido en el orden ruido-silencio y la otra mitad las recibían en el orden inverso.

Los problemas espaciales del test de cubos de Rubik se caracterizaban porque en las instrucciones dadas a los sujetos se usaba un diseño pictórico del cubo para indicar las maniobras requeridas, y los sujetos debían indicar los movimientos por ellos realizados para alcanzar la solución también en un boceto pictórico. Por su parte, los problemas verbales eran todos planteados verbalmente, y los sujetos debían indicar sus movimientos en forma escrita.

Como puede verse en este experimento, a diferencia del realizado por Hartley, Dunne, Schwartz y Brown (1986), los sujetos no eran libres de elegir la estrategia que ellos quisiesen, y la habilidad verbal y espacial determinada por los pretests no correspondía con la preferencia de los sujetos por un u otro tipo de estrategia.

Los resultados de este experimento mostraron que, en general, los sujetos hábiles espacialmente tenían un rendimiento superior que los hábiles verbalmente. Sin embargo, no hubo un efecto principal significativo del tipo de problema (espacial o verbal), ni hubo interacción entre grupo de sujetos (capases verbal o capases espacialmente) y las condiciones de sonido (ruido y silencio). No obstante y tal y como se esperaba, sí hubo una interacción significativa entre los grupos de sujetos y el tipo de problemas, la cual reflejó que los sujetos hábiles verbalmente rendían mejor en los problemas verbales que en los espaciales, y que los sujetos hábiles espacialmente tenían un rendimiento superior en los problemas espaciales que en los verbales. Esto demuestra que los pretests utilizados predicen realmente el rendimiento posterior de los sujetos en el test de cubos de Rubik.

Sin duda, el hallazgo más interesante de este estudio fue la interacción significativa entre las condiciones de sonido y el tipo de problemas. Esta interacción puso de manifiesto que los problemas verbales eran realizados más exitosamente bajo la condición de ruido que bajo la de silencio, y que los sujetos realizaban los problemas espaciales mejor cuando los hacían en silencio que cuando estaban con ruido. Este resultado es similar al hallado previamente por Hartley, Dunne, Schwartz y Brown (1986) y que refleja que la presencia de ruido es beneficioso cuando se usan estrategias verbales, pero que actúa perjudicando el rendimiento de los sujetos que usan estrategias visuo-espaciales. Por lo que la explicación de los resultados de ambos experimentos puede ser la misma: en la tarea de cubos de Rubik el ruido también puede haber estimulado a los sujetos a utilizar la estrategia de repasar verbalmente, beneficiando, por tanto, el recuerdo de la secuencia de los movimientos requeridos para una solución adecuada de la tarea.

Apoyos adicionales a la teoría de la selección de estrategias los provee la evidencia de que cuando los sujetos trabajan con ruido muestran un mantenimiento de la estrategia de ensayo más que de la estrategia de elaboración. Hay también evidencia de que los sujetos con ruido adoptan estrategias de recuerdo diferentes de las que adoptan en silencio (Smith, Jones y Broadbent, 1981). Estos autores hallaron que, en

ciertos experimentos, el ruido reducía la cantidad de agrupamiento en una situación de recuerdo libre de palabras; estos efectos se debían a que, con ruido, el recuerdo de los sujetos consistía en una recuperación de pocas palabras en el agrupamiento inicial y un recuerdo subsecuente alto de palabras individuales. No obstante, esta estrategia de recuerdo no ocurría siempre con ruido, de hecho, no ocurrió cuando se usaron categorías exhaustivas.

Parece quedar claro que cuando las personas trabajan bajo condiciones ambientales ruidosas adoptan estrategias de recuerdo distintas a las que utilizan cuando trabajan en silencio, pero como es obvio, la selección de las estrategias de realización de una tarea no depende exclusivamente de la presencia o no del ruido, sino que también depende de las características del material estímulo utilizado y de los detalles específicos del diseño experimental.

De acuerdo con esta postura teórica, la selectividad de la atención no es una respuesta mecánica de los sujetos frente al ruido, sino que forma parte de la estrategia adoptada por las personas, la cual depende no sólo del ruido sino de la tarea (Smith, 1983 c). Según Smith (1982), con ruido, la localización del esfuerzo se mueve hacia la operación que mejor recompensa la inversión de un mayor esfuerzo, lo cual es consistente con la interpretación dada por Breen-Lewis y Wilding (1984) a sus resultados experimentales. Dada una tarea, las partes afectadas por el ruido están determinadas por una combinación compleja de factores, tales como: la dificultad, las instrucciones, y los aspectos sobresalientes del estímulo involucrado en la tarea. Sin embargo, hasta el momento no está claro porqué el ruido afecta la eficiencia de los procesos de control y porqué esto provoca cambios de estrategia. Estos efectos pueden reflejar cambios fundamentales del tipo que las personas intenten constantemente mantener su nivel de rendimiento cuando trabajan bajo condiciones de ruido con niveles de intensidad moderados.

Independientemente de que la actuación del ruido sobre la selección que el sujeto hace de una determinada estrategia de realización de la tarea se centre en los mecanismos de selección de dicha estrategia, o que se centre más bien en la dificultad para cambiar de la estrategia ya elegida a otra, la propuesta explicativa discutida en este apartado parece contar con un amplio apoyo experimental, y es lo suficientemente globalizadora como para incorporar de forma coherente algunas de las propuestas explicativas antes descritas y dar cuenta de muchos de los resultados observados en distintas investigaciones sobre los efectos del ruido en el rendimiento del ser humano.

5.- EL ROL DEL ESFUERZO MENTAL.

A lo largo de la exposición se ha podido ver que los efectos del ruido observados experimentalmente son, en muchos de los casos, inconsistentes. El ruido tiene efectos negativos, no tiene efectos y, ocasionalmente, tiene efectos positivos sobre el rendimiento de las personas. Algunas de las inconsistencias pueden ser explicadas por las variaciones en las tareas cognitivas, por los distintos niveles de intensidad de los ruidos utilizados, o por los diferentes tipos de ruidos usados. No obstante, hay un aspecto que no ha sido adecuadamente controlado, ni registrado y que, de acuerdo con Tafalla, Evans y Chen (1988), y Tafalla (1990) es un parámetro adicional que puede dar cuenta de algunas de las incongruencias halladas en la literatura referente a los efectos del ruido sobre el rendimiento humano. Este parámetro es el *esfuerzo mental realizado por los sujetos*.

Tafalla, Evans y Chen (1988) y Tafalla (1990), consideraron que el esfuerzo voluntario puede ser usado por los sujetos como una forma de compensar los posibles efectos perjudiciales del ruido sobre el rendimiento. Si esto es así, entonces muchos de los efectos negativos del ruido pueden estar enmascarados por el esfuerzo mental compensatorio realizado por los sujetos experimentales. Como se recordara, ya Smith, en 1982, había apuntado la posibilidad de que las personas intenten mantener su nivel de rendimiento cuando trabajan con ruido, lo que puede actuar como una variable moderadora en los efectos observados del ruido sobre la eficiencia de los procesos de control, provocando cambios en la estrategia de realización de la tarea. De forma similar, Colle y Welsh (1976) propusieron, dentro de la postura explicativa de los efectos del ruido basada en el enmascaramiento del lenguaje interno, que bajo condiciones de ruido las personas pueden utilizar de una manera consistente el repaso de la información como una forma de compensar los efectos negativos de la presencia de un ruido.

De acuerdo con Tafalla, Evans y Chen (1988), si las personas hacen un esfuerzo adicional, consciente o inconscientemente, para compensar los efectos dañinos del ruido sobre su nivel de rendimiento, entonces este esfuerzo extra debe implicar algún coste psicológico para las personas. En este sentido, en algunas investigaciones se ha observado que cuando el grupo de sujetos experimentales es instruido para que "trabajen duro", el ruido no tiene efectos perjudiciales sobre el rendimiento de los sujetos en la tarea, pero los sujetos afirman que han realizado un gran esfuerzo mental, y de hecho presentan elevados niveles cardiovasculares y neuroendocrinos. Por otra parte, en aquellos casos en los

cuales los sujetos son instruidos para que realicen un esfuerzo moderado, el nivel de rendimiento se ve significativamente deteriorado bajo condiciones de ruido; en estos casos, el esfuerzo percibido es menor y no se observan efectos fisiológicos del ruido (Frankenhaeuser y Lundberg, 1977).

Tafalla, Evans y Chen (1988) llevaron a cabo un estudio experimental en el cual intentaron determinar si el esfuerzo mental adicional compensa los efectos negativos del ruido sobre el rendimiento, pero con cierto coste psicológico y fisiológico para los sujetos. Estos autores predijeron que, en la condición de alto esfuerzo, el rendimiento no se vería afectado por la presencia del ruido, pero que los índices cardiovasculares de los sujetos se elevarían. Por el contrario, en la condición de bajo esfuerzo, el ruido interferiría en el rendimiento, pero tendría poco o ningún efecto sobre las medidas cardiovasculares de los sujetos.

Para la verificación de esta hipótesis, los autores manipularon dos condiciones de sonido. La primera denominada *ruido ambiental*, en la cual el nivel de intensidad del ruido presentado en campo libre era de 45 dBA, y la segunda llamada *ruido alto*, en la que el nivel de intensidad era de 90 dBA. El ruido estaba conformado por: ruido de tráfico, máquinas de oficina y lenguaje ininteligible. Así mismo, los autores establecieron dos niveles de esfuerzo, bajo los cuales los sujetos realizaban la tarea, a saber: máximo y 50%. El esfuerzo máximo fue definido como la máxima velocidad mientras se mantenía la precisión, adicionalmente, se informaba a los sujetos que el rendimiento superior en la condición de máximo esfuerzo sería recompensado monetariamente. El esfuerzo realizado por los sujetos fue medido a través de las respuestas de conductancia en la piel.

La tarea que debían realizar los sujetos consistía en la suma y resta mental de números en dos filas, si el total de la primera fila era mayor que el de la segunda, el sujeto debía sustraer el segundo total del primero; por el contrario, si el total de la primera fila era inferior al de la segunda, el sujeto debía sumar ambos totales.

Los resultados de Tafalla, Evans y Chen (1988) mostraron que el ruido alto incrementaba la actividad cardiovascular de los sujetos, solamente en la condición de esfuerzo máximo. En esta condición, la presión sanguínea de los sujetos era significativamente más alta bajo la condición de ruido alto que bajo la de ruido ambiental. En contraposición, la presión sanguínea de los sujetos no aumentó en la situación de ruido alto, cuando los sujetos trabajaban bajo la condición de poco esfuerzo. Así mismo, y tal y como los autores predijeron, la presencia de ruido alto no tuvo efectos significativos sobre los tiempos de reacción de los sujetos cuando trabajaban bajo la condición de máximo esfuerzo, pero la presencia de ruido alto provocaba incrementos en los tiempos de reacción cuando los sujetos estaban en la condición de esfuerzo al 50%. Por otra parte, y como se esperaba, el esfuerzo percibido por los sujetos experimentales y su conductancia de la piel eran

significativamente más altos en la condición de esfuerzo máximo que en la de esfuerzo medio.

En base a estos resultados, los autores concluyeron que, bajo condiciones de ruido, el nivel de rendimiento de los sujetos puede ser mantenido mediante un gran esfuerzo adicional, pero que esto conlleva un incremento de la actividad cardiovascular. Por tanto, dos estudios sobre los efectos del ruido en el rendimiento que utilicen las mismas medidas del rendimiento pueden llegar a resultados diferentes si las instrucciones, o cualquier otro parámetro de la situación experimental, altera el esfuerzo mental realizado por los sujetos.

Uno de los parámetros que probablemente incida sobre el esfuerzo mental adicional que los sujetos realizan para compensar el posible efecto perjudicial de agentes ambientales estresantes como el ruido es la creencia sobre el grado de perjuicio que este agente tiene sobre el rendimiento. Este parámetro fue estudiado por Gulian y Thomas (1986) en un experimento en el que se manipuló la variable denominada *estado mental de los sujetos*. Los autores esperaban que la inducción de un estado mental positivo minimizara los efectos de trabajar en un ambiente ruidoso, haciendo que los sujetos mantuvieran su nivel de rendimiento. Lo contrario se esperaba cuando el estado mental inducido era negativo.

En este experimento, los sujetos debían realizar una tarea de aritmética mental, en la que tenían que resolver problemas que combinaban operaciones de suma y resta. La mitad de los sujetos realizaron la tarea bajo condiciones de ruido (Ruido blanco continuo con 85 dB SPL de intensidad), y la otra mitad bajo condiciones de silencio (Ruido blanco continuo con 50 dB SPL de intensidad). Así mismo, los sujetos de la muestra fueron divididos en tres subgrupos de acuerdo con el estado mental positivo, neutro, o negativo inducido por las instrucciones del experimentador. De esta forma, el grupo de estado mental neutro recibió las siguientes instrucciones:

"Durante la realización de la tarea oirás un ruido de fondo. Este ruido es presentado con objeto de que las condiciones experimentales sean más realistas ya que la mayoría de las actividades (en el trabajo o en la casa) se llevan a cabo en ambientes regularmente ruidosos".

El grupo de estado mental positivo recibió, además de las instrucciones anteriores, las siguientes:

"Yo estoy seguro de que este ruido no es tan alto y que no te perturbará. Aunque te sientas un poco molesto, yo estoy seguro de que podrás vencer ese sentimiento e ignorar el ruido. Yo estoy seguro que podrás realizar la tarea con exactitud y tan rápidamente como sea posible como si el ruido no estuviese presente".

Finalmente, el grupo de estado mental negativo recibió las siguientes instrucciones adicionales:

"Se sabe que el ruido deteriora el rendimiento y yo espero que tus decisiones sean más lentas y menos exactas. Yo sé que no puedes ignorar el ruido y que, independientemente de tus esfuerzos, tu rendimiento será peor que en la condición de silencio. Sin embargo, yo espero que hagas lo mejor tan rápida y exactamente como sea posible".

El análisis de varianza realizado puso de manifiesto que había una interacción significativa entre sexo, condiciones de sonido y estado mental inducido. En este sentido, las mujeres fueron más sensibles al ruido presentando un mayor número de problemas resueltos cuando trabajaban bajo la condición de ruido que cuando hacía la tarea en silencio (Número promedio de problemas resueltos: Silencio: 50,27; Ruido: 38,07). Sin embargo, los hombres parecieron no verse afectados por las condiciones de sonido (Número promedio de problemas resueltos: Silencio: 39,95; Ruido: 37,94). Por otra parte, cuando las mujeres trabajaban en silencio y recibían las instrucciones neutras o las positivas eran significativamente más rápidas que los hombres, pero cuando trabajaban con ruido su rendimiento no difería del de los hombres, independientemente de las instrucciones que recibiesen. Este resultado sugiere que el ruido, lejos de agravar las diferencias existentes entre los hombres y las mujeres, las reduce.

La predicción de que el nivel de rendimiento estaría directamente relacionado con el estado mental inducido sólo fue parcialmente confirmada. Realmente, tanto en silencio como en ruido, los hombres parecían ser insensibles al efecto del estado mental inducido, mientras que el rendimiento de las mujeres fue moderado por el estado mental inducido bajo la condición de silencio, pero no bajo la de ruido. Curiosamente, con ruido la hipótesis planteada respecto al rendimiento de los sujetos con estado mental negativo fue rechazada. De acuerdo con los autores de esta investigación, pudo suceder que las instrucciones en las que se justificaba un bajo rendimiento con ruido funcionasen más bien como un "reto", impulsando a los sujetos a hacer un esfuerzo adicional voluntario para mantener su nivel de rendimiento.

La propuesta de que los individuos pueden hacer esfuerzos adicionales, conscientes o inconscientes, como una manera de compensar los efectos negativos de trabajar bajo condiciones ruidosas no se constituye en sí misma en una teoría, simplemente es una aproximación que puede ayudar a explicar algunos de los resultados experimentales observados dentro del área de investigación de los efectos del ruido sobre el rendimiento humano. Esta propuesta no contradice en ningún momento a las propuestas anteriormente descritas, sino que las complementa. La realización por parte de los sujetos de un esfuerzo extra para mantener su nivel de rendimiento en distintas tareas cognitivas puede actuar como variable moderadora entre la presentación del ruido y la medida del rendimiento de los sujetos, afectando al proceso de selección de la estrategia de realización de la tarea, al nivel de activación general de los sujetos en el momento de la prueba, etc.. El que los sujetos hagan o no un esfuerzo adicional es bastante difícil de controlar a nivel experimental puesto que

depende no sólo de las instrucciones específicas dadas en cada situación experimental, sino que puede depender de variables como: la tarea en particular que se esté realizando, del rapport establecido entre sujeto experimental y experimentador, de las condiciones ambientales generales del lugar donde se realice el experimento, de las suposiciones que el sujeto experimental se haga sobre los objetivos de la investigación en la que participa, etc.. No obstante, nuestros resultados experimentales, así como los de otros autores, parecen indicar que, de hecho, cuando las personas trabajan bajo situaciones caracterizadas por la presencia de ruidos habituales con niveles de intensidad moderados hacen un esfuerzo inconsciente para mantener su nivel de rendimiento, y este esfuerzo anula los posibles efectos negativos del ruido sobre el rendimiento.

CAPITULO III.

LOS EFECTOS PSICOPATOLOGICOS Y FISIOLOGICOS DEL RUIDO.

1.- EFECTOS PSICOPATOLOGICOS DEL RUIDO.

Al examinar los efectos del ruido sobre el rendimiento humano es indispensable tener en cuenta la manera como reaccionan psicológicamente los individuos cuando se enfrentan a situaciones ambientalmente caracterizadas por la presencia de determinada estimulación acústica.

En repetidas ocasiones se ha observado que los sujetos difieren considerablemente en cuanto a la percepción subjetiva que tienen de distintos sonidos habituales, no todos los estímulos auditivos son considerados como igualmente agradables o desagradables por la totalidad de las personas. Un claro ejemplo de que los sujetos reaccionan de distinta forma frente a los estímulos auditivos lo proporciona Santisteban (1987, 1988, 1989) en sus investigaciones desarrolladas con objeto de evaluar la conducta humana frente a sonidos habituales.

En estas investigaciones, el autor pidió a los sujetos experimentales, procedentes de ocho ciudades diferentes, que realizaran dos tareas. En una de ellas, los sujetos respondían a un cuestionario en el cual debían dar su opinión sobre el grado de placer o displacer que les producían cierto grupo de sonidos habituales y, así mismo, debían ordenarlos de acuerdo a sus preferencias. Una vez que los sonidos habían sido ordenados, los sujetos los ubicaban en una escala de "agradabilidad" que iba del +10 al -10, donde +10 significaba "extremadamente placentero" y -10 "extremadamente displacentero". Después de que los sujetos habían respondido a este cuestionario, se les presentaba a través de audífonos dos grupos de cuatro sonidos. El primer grupo estaba compuesto por los sonidos de: a) música clásica (nivel de intensidad: 84-92 dBA), b) tráfico rodado (nivel de intensidad: 78-90 dBA), c) canto de pájaros (nivel de intensidad: 64-79 dBA), y d) taladro eléctrico (nivel de intensidad: 96-100 dBA). El segundo grupo de sonidos eran: a) el sonido de las olas (nivel de intensidad: 70-75 dBA), b) el de personas hablando (nivel de intensidad: 90 dBA), c) el de latidos del corazón (nivel de intensidad máxima: 66 dBA), y d) el de maquinaria (nivel de intensidad: 81-86 dBA). Los sujetos establecían sus preferencias personales con respecto a distintas secuencias de estos sonidos. Cada secuencia tenía como máximo cuatro sonidos y, tanto el orden de presentación de los sonidos, como sus duraciones en las secuencias (duración mínima de cualquier sonido: 1 seg.) fueron calculados para cada sujeto y para cada secuencia mediante un programa de ordenador.

De acuerdo con el análisis de los resultados, Santisteban (1987, 1988, 1989) concluyó que el modelo de la utilidad esperada puede ser usado para representar la conducta humana con respecto al grado de placer o displacer que provocan los sonidos habituales. Estos resultados pusieron de manifiesto que las personas pueden catalogarse dentro de uno de cuatro grupos, en función de su mayor o menor aversión a los sonidos habituales (Ver gráficos 12, 13, 14 y 15).

Los sujetos que presentaban curvas cóncavas mostraban una fuerte aversión a todo tipo de sonidos, y aquellos sujetos que podríamos denominar como *adictos* al ruido presentaban curvas convexas. Así mismo, había sujetos que presentaban un comportamiento totalmente lineal en cuanto a que la molestia que afirmaban experimentar estaba, en todos los casos, en relación directa con la frecuencia y los niveles de intensidad de los sonidos que se les presentaban. La mayor parte de los sujetos experimentales mostraron curvas cóncavas y se autodefinían como adversos al ruido. Sin embargo, experimentalmente, se comprobó que este grupo de sujetos se habituaban a los sonidos presentados y que iban bajando su valoración adversa hacia ellos, por lo que, en un punto determinado, las curvas cambiaban de ser cóncavas a ser convexas.

En ninguno de los casos, las curvas de comportamiento frente al ruido de los sujetos guardaban una relación estricta con los niveles de intensidad de los sonidos presentados, sino que estaban relacionadas con las valoraciones subjetivas que los sujetos hacían de los sonidos como más o menos agradables.

Tal y como pone de manifiesto Santisteban (1987, 1988, 1989), la percepción que tienen los seres humanos del ruido no depende solamente de aspectos físicos, tales como: el nivel de intensidad, o el espectro de frecuencias, en gran medida la percepción está en función de las cualidades que los individuos adjudican a los ruidos en cuestión. En este sentido hay una gran diferencia entre *sonoridad* y *estrépito*. El concepto de estrépito incluye la evaluación que el individuo hace del sonido percibido y, por tanto, es mucho más complejo que el concepto de sonoridad (Anderson y Lindvall, 1988). De acuerdo con Borsky (1979), la sonoridad es el juicio psicológico de la magnitud auditiva (intensidad percibida), y está en función, principalmente, de la distribución tonal del sonido, del tiempo de duración del mismo, y de su intensidad. Observándose que los oyentes juzgan el estrépito y la sonoridad de los ruidos como aspectos significativamente diferentes (Berglund, Berglund y Lindvall, 1976).

Estos aspectos se tornan esenciales cuando hacemos referencia a situaciones laborales reales, muchas de las cuales son catalogadas como tranquilas y no perturbadas dejándose de lado la percepción que el sujeto tiene de las mismas. Es probable que los efectos del ruido sobre el rendimiento humano se vean mediatizados por la evaluación que cada persona hace de dicho sonido en particular.

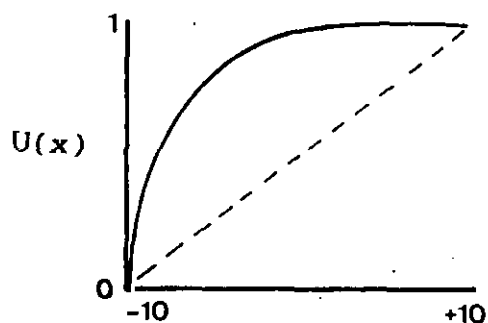


GRAFICO 12: Curvas Cóncavas
(sujetos adversos al riesgo)

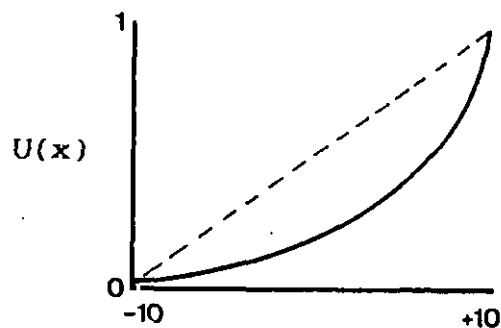


GRAFICO 13: Curvas Convexas
(sujetos adictos al riesgo)

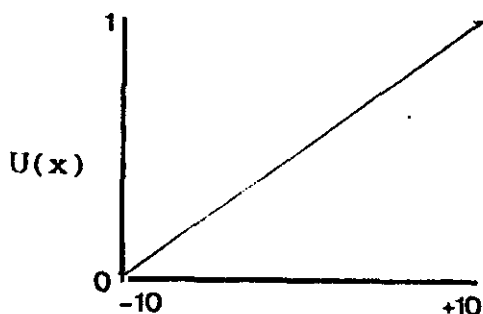


GRAFICO 14: Linealidad

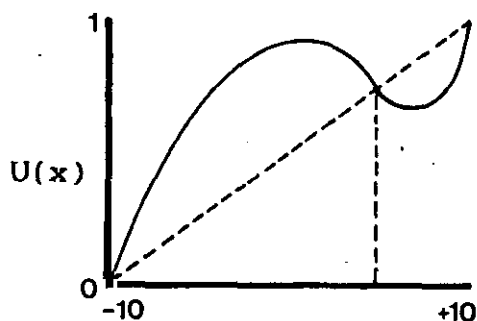


GRAFICO 15: Curvas Cóncavo-Convexas

GRAFICOS 12, 13, 14, 15: Curvas de utilidad esperada en el comportamiento de los sujetos frente a sonidos juzgados como agradables y desagradables, y valorados en una escala entre -10 y +10.

De acuerdo con Levy-Leboyar y Moser (1986), el grado en que un ruido es perturbador depende, además de las cuestiones metodológicas, de factores individuales, del contenido social del sonido, y de las características del fondo ambiental. El problema del ruido puede así ser descrito como un problema multidimensional con los parámetros físicos del estímulo en una de las coordenadas y los efectos del tipo: perturbación general, interferencia en la comunicación, stress, etc., en la otra.

1.1.- LOS ASPECTOS FISICOS DEL RUIDO Y EL MALESTAR SUBJETIVO.

La primera pregunta lógica que surge es ¿hasta qué punto existe una relación directa entre las características físicas del ruido y la conducta psicológica emitida frente a él?. En respuesta a esta pregunta, muchos autores han comprobado que existe una correlación entre malestar percibido y el nivel de sonoridad del ruido presentado (Berglund, Berglund y Lindvall, 1976; Fastl, 1985; Zwicker, 1985). Proponiendo que los ruidos con idéntico nivel de sonoridad son percibidos por las personas como igualmente molestos. No obstante, autores como Terharat (1984 cp: Berglund, Berglund, Preis y Rankin, 1988) han anotado que otros atributos de la estimulación auditiva, tales como: la agudeza y la tonalidad también pueden ser determinantes del malestar percibido por los individuos.

En relación con estos aspectos mencionados, Berglund, Berglund, Preis y Rankin (1988) presentaron los resultados de una investigación en la que se estudió el grado de malestar subjetivo provocado en los sujetos por diez ruidos complejos, analizando tanto la **sonoridad** como la **agudeza** de los mismos. Entre los sonidos presentados estaban: el del horno, el de una máquina de escribir, el de una aspiradora, el de una línea de alto voltaje, el de la ventilación, el del proceso de embotellamiento en una fábrica, el de una sala de producción, etc.. Estos sonidos fueron presentados a los sujetos experimentales a dos niveles de sonoridad, a saber:

- A) Condición ruidosa: nivel de sonoridad de 15,5 sones.
- B) Condición suave: nivel de sonoridad de 4,0 sones.

Los sujetos experimentales asistieron a tres sesiones experimentales de 25 minutos cada una. En cada sesión, los sujetos escuchaban los sonidos experimentales, cada uno de los cuales tenía una duración de tres segundos y un intervalo entre sonidos de seis segundos durante los que los sujetos daban sus respuestas con respecto al grado de malestar provocado por cada sonido.

De acuerdo con el criterio de igual sonoridad, los autores agruparon los ruidos anteriores y los analizaron por separado, observando que los valores medios de malestar percibido por los sujetos para los sonidos clasificados en la condición ruidosa no diferían significativamente entre sí, por

lo que se puede concluir que cuando se habla de sonidos "ruidosos" igual sonoridad significa igual grado de malestar. Sin embargo, cuando se analizaron los sonidos pertenecientes a la condición suave, los autores observaron que había diferencias significativas entre los juicios de malestar para sonidos de igual sonoridad. En esta condición, la agudeza del estímulo auditivo, probablemente, sea la determinante del malestar subjetivo percibido.

Los autores concluyeron que hay una mayor variabilidad en los juicios de malestar de los sujetos para los sonidos catalogados como "suaves" de acuerdo con su nivel de sonoridad, que para aquellos clasificados como "ruidosos". Con sonidos ruidosos la sonoridad es la principal determinante del grado de malestar, pero con sonidos suaves el determinante del malestar parece ser la agudeza de los sonidos.

Además de estos aspectos físicos hay otros tales como: la frecuencia, el nivel de presión sonora y la intensidad que pueden inducir a distintas respuestas psicológicas en los sujetos. En 1988, Landström planteó que las ondas sonoras de frecuencia muy baja pueden ser oídas siempre y cuando se presenten a un nivel de presión sonora adecuado, por ejemplo: una frecuencia de 6 Hz puede ser percibida si se presenta a, aproximadamente, 105 dB. La exposición a un sonido de baja frecuencia con nivel de presión sonora suficientemente alto está correlacionada con sensaciones específicas localizadas en el oído. Las sensaciones subjetivas evocadas en los sujetos por exposiciones a sonidos de baja frecuencia con niveles de intensidad moderados varían en función de la frecuencia de los sonidos: a frecuencias más bajas de 5 Hz el sonido es, frecuentemente, descrito como un "resoplido", con frecuencias entre los 5 y los 15 Hz es descrito como una serie de "detonaciones" rápidas, y con frecuencias cercanas y superiores a los 20 Hz es descrito como "suave" y "tonal".

Landström (1988) analizó la correlación que existe entre la frecuencia y el nivel de presión sonora del sonido y la sensación de cansancio e insomnio producida en los sujetos por los ruidos. La fuente de ruido usada fue el sonido producido por ocho oradores, y se midieron los cambios en el insomnio mediante el análisis de la actividad theta (durante los períodos con los ojos cerrados) y alpha (durante los períodos con los ojos abiertos) del electroencefalograma de los sujetos experimentales. El efecto del ruido fue analizado calculando las diferencias entre la actividad electroencefalográfica durante los períodos de exposición al ruido y los períodos de ausencia del mismo.

Los ruidos usados se caracterizaban por ser de baja frecuencia y por variar en el nivel de presión sonora. Los sujetos experimentales fueron así expuestos a:

- A) Sonidos de 80, 95, 100, 110, y 125 dB de presión sonora a una frecuencia de 16 Hz.
- B) Sonidos de 95, 115, y 125 dB de presión sonora a una frecuencia de 6 Hz.

C) Un sonido de 125 dB de presión sonora con frecuencia de 42 Hz.

El autor observó que había un incremento significativo del cansancio cuando los sujetos eran expuestos a sonidos cuyo nivel era de 95 y 100 dB de presión sonora a una frecuencia de 16 Hz, y a sonidos de 115 y 125 dB de presión sonora con frecuencia de 6 Hz. Analizando el efecto de la frecuencia del ruido, halló que el insomnio mostraba una reducción significativa con sonidos de frecuencia de 6 Hz con 115 dB de presión sonora, y que había un incremento no significativo del cansancio durante la exposición al sonido de 42 Hz de frecuencia.

Estos resultados confirman la postura teórica de que el cansancio resultante de la exposición al ruido aumenta con la disminución de la frecuencia del ruido. El autor concluyó que existe una correlación entre la frecuencia del ruido al que está sometido el sujeto, el nivel de presión sonora de dicha exposición, la percepción de cansancio por parte de los sujetos, y los cambios fisiológicos en el organismo humano. Los efectos psicológicos de los ruidos de baja frecuencia reflejan una lenta bajada general de los estados fisiológicos de los sujetos. El hecho de que el cansancio sólo apareciese con niveles de presión sonora moderados hace pensar en que es probable que dicho efecto aparezca en muchos ambientes laborales caracterizados por la presencia de ruidos de intensidad moderada y de baja frecuencia.

En cuanto a la influencia del nivel de intensidad del ruido sobre el malestar percibido, Rossi, Penna y Rolando (1984) habían observado que el malestar provocado por ruidos habituales (tráfico, armas de fuego, etc.) aumentaba en proporción directa con el nivel de intensidad de dichos sonidos, y que el ruido de las armas de fuego y el del tráfico eran siempre evaluados por los sujetos experimentales como el más y el menos molesto, respectivamente. Un resultado similar fue hallado por Buchta (1988, 1990) quien observó que el ruido de las armas de fuego era percibido como mucho más molesto que el ruido del tráfico cuando ambos sonidos tenían igual nivel de intensidad, siendo el ruido de artillería la causa principal del malestar general de las personas que vivían en áreas cercanas a campos de entrenamiento militar.

Siguiendo dentro de esta línea de investigación, Rossi (1988) estudió el malestar provocado en los sujetos por una combinación de ruidos continuos y repentinos, cuando los sujetos realizaban determinadas tareas mentales. Con este propósito, el autor empleó dos tipos de ruidos: a) el del tráfico (ruido continuo) y b) el de las armas de fuego (ruido repentino). Cada uno de estos ruidos con intensidades de 0, 40, 50, y 60 dB. Ninguno de los sujetos experimentales presentaba una pérdida auditiva superior a los 20 dB en el rango de frecuencias de 125-8.000 Hz.

Al final de cada exposición al ruido correspondiente, los sujetos debían contestar a una serie de preguntas que, básicamente, evaluaban el grado de malestar creado por cada

uno de los ruidos y las combinaciones de los mismos. Estas preguntas eran hechas después de que los sujetos realizaban cada una de cuatro tareas: a) lectura, b) detección de errores en un texto, c) cálculo, y d) nivel óptimo de audición. En la tarea de lectura, los sujetos simplemente debían leer un artículo de negocios. En la de detección de errores se le presentaba a los sujetos pruebas escritas a máquina de un texto que contenía dos errores cada cinco líneas, la tarea de los sujetos era subrayar todos los errores que hallasen. En la tarea de cálculo se le pedía a los sujetos que hiciesen 10 divisiones, 10 adiciones, 10 multiplicaciones, y 10 sustracciones. Finalmente, en la prueba de nivel óptimo de audición se pedía a los sujetos que oyese cuatro grabaciones de voces de personas y que indicaran su nivel óptimo de audición en dos condiciones: ausencia y presencia de ruido de fondo, la diferencia entre el nivel óptimo de audición sin ruido y el nivel óptimo con ruido daba el conocido como "nivel de interferencia".

Los resultados de este experimento mostraron que cuando los sujetos realizaban la tarea de lectura, el incremento del malestar provocado por los ruidos era siempre proporcional al aumento en el nivel de intensidad de los ruidos. Una relación idéntica entre malestar y nivel de intensidad del ruido fue hallada cuando los sujetos realizaban la tarea de detección de errores en un texto, la prueba de cálculo, y la de audición.

Es importante mencionar que el nivel de intensidad de los ruidos no afectó, ni al número de errores identificados correctamente en la prueba de detección de errores, ni al número de cálculos hechos adecuadamente en la tarea de cálculo. Así, se observa que si bien el malestar aumenta en proporción al nivel de intensidad del ruido, este incremento no tiene efectos a corto plazo sobre la eficiencia de los sujetos cuando realizan una determinada actividad mental.

La distribución del malestar general causado por ambientes ruidosos en una población de personas que han estado expuestas a estos ambientes puede determinarse por el nivel de sonoridad que presentan la mayoría de los eventos ruidosos, no por el nivel promedio del total de los eventos ruidosos. De esta forma, un incremento en el número de eventos ruidosos puede, inicialmente, estar acompañado por un aumento de la distribución del malestar; no obstante, por encima de cierto límite, aumentos posteriores en el número de eventos ruidosos no conlleva a un incremento adicional en la distribución del malestar.

En una investigación similar a la de Rossi (1988), Flindell y Rice (1988) pidieron a los sujetos experimentales que escucharan durante cinco minutos unos sonidos y que, luego, los evaluaran de acuerdo con el malestar que en ellos habían provocado. Estos autores presentaron los mismos tipos de ruidos (tráfico y armas de fuego) que Rossi (1988), pero combinados a intensidades de 35, 45, 55, y 65 dB L_{Aeq} . El malestar provocado por estas combinaciones de ruidos fue evaluado a través de preguntas del tipo: a) ¿Cuán molesto hallaría Usted el ruido total que acaba de oír si lo oyese dentro de la casa?, b)

¿Cuán molesto hallaría Usted el ruido impulsivo que ha oído si lo escuchase dentro de la casa?, c) ¿Cuán molesto hallaría Usted el ruido de tráfico que oyó si lo escuchase dentro de la casa?. Los sujetos debían dar su respuesta en una escala que iba de 0 hasta 9, donde 0 significaba "nada molesto" y 9 significaba "extremadamente molesto".

Los autores observaron que, cuando se combinaban ambos ruidos, el grado de malestar provocado por el ruido repentino o impulsivo (armas de fuego) era mayor que el provocado por el ruido del tráfico a menores intensidades, excepto en aquellos casos en los cuales el bajo nivel de intensidad del ruido impulsivo estaba enmascarado por el alto nivel de intensidad del ruido del tráfico. El malestar generado cuando se combinaban ambos ruidos aumentaba, tanto cuando se incrementaba el nivel de intensidad del ruido impulsivo, como cuando aumentaba el nivel del ruido del tráfico. El malestar creado por el ruido de las armas de fuego se reducía cuando aumentaba el nivel de intensidad del ruido del tráfico y viceversa. Findell y Rice (1988) concluyeron que los resultados obtenidos en su investigación siguen la estructura general del modelo de la fuente dominante cuando se combinan dos tipos de ruido.

Finalmente, y como era de esperar, analizando el malestar provocado por cada uno de los dos tipos de ruido independientemente, el malestar generado por el ruido de armas de fuego era más alto que el provocado por el ruido del tráfico, y el malestar provocado por cada fuente de ruido aumentaba al aumentar el nivel de intensidad de la fuente.

Resultados muy similares a los expuestos hasta este momento han sido obtenidos por Brambilla y Carreti (1988) quienes, nuevamente, estudiaron la evaluación subjetiva del malestar provocado en los sujetos por ruidos impulsivos habituales. En esta investigación, los autores presentaron a los sujetos experimentales un total de 64 sonidos ambientales a diferentes niveles de intensidad (rango de 35 hasta 70 dBA L_{Aeq}). Cada sonido era presentado gradualmente durante 2,5 segundos, después de lo cual mantenía su intensidad constante durante 20 segundos, desapareciendo gradualmente en un lapso de 2,5 segundos. Los sujetos debían indicar la tasa total de molestia, la impulsividad percibida, y el malestar debido al componente impulsivo del sonido, en una escala que iba de 0 hasta 9. La evaluación de la impulsividad de cada sonido fue realizada a partir de las respuestas dadas a una pregunta en la que se pedía a los sujetos que indicaran cuál de los sonidos era claramente impulsivo y cuál no lo era. De acuerdo con estos autores, el porcentaje acumulado de los sonidos evaluados como claramente impulsivos fue de alrededor del 65%. Este valor fue tomado como punto de corte entre los sonidos constantes e impulsivos, considerándose como constantes a aquellos sonidos que eran juzgados como no claramente impulsivos por un porcentaje de sujetos menor del 65%.

Estos autores hallaron que, al igual que en las investigaciones anteriores, los ruidos impulsivos eran evaluados como más molestos que los continuos cuando ambos

ruidos tenían igual nivel de intensidad, y que el malestar percibido por las personas aumentaba con el incremento en el nivel de intensidad del ruido. De forma similar a lo hallado por Flindell y Rice (1988), Brambilla y Carreti (1988) observaron que el malestar provocado por el ruido de armas de fuego disminuía cuando aumentaba el nivel de intensidad del ruido del tráfico, y que el malestar provocado por el ruido del tráfico disminuía cuando aumentaba el nivel de intensidad del ruido de armas de fuego.

Por último y en relación con la impulsividad percibida, los autores observaron que, en general, la impulsividad percibida por los sujetos aumentaba con el aumento del nivel de intensidad, por ejemplo: los sonidos de el taladro de calle, de la máquina de escribir, y de la sierra eran juzgados por los sujetos como claramente impulsivos cuando se presentaban con niveles de intensidad superiores a 50-55 dB L_{Aeq} , y eran considerados como continuos cuando se presentaban con niveles inferiores de intensidad.

En términos generales se puede concluir que el nivel de intensidad del sonido es un índice básico para analizar el ruido proveniente de fuentes simples; sin embargo, y de acuerdo con Yano y Kobayaski (1988), se duda de si este índice es igualmente adecuado cuando se evalúan ruidos combinados o provenientes de distintas fuentes. En este sentido, Yano y Kobayaski (1988) llevaron a cabo un conjunto de experimentos con el objetivo principal de establecer un sistema único para evaluar las perturbaciones creadas por el ruido.

En un primer experimento, los autores compararon la perturbación creada por 14 ruidos habituales con un nivel de intensidad de 70 dBA L_{eq} y la creada por otros 14 ruidos rosa, simulados de forma que fuesen similares a los de la vida real. Entre los ruidos presentados a los sujetos estaban los siguientes: el ruido de un martillo pilote, el de un martillo de hierro, el de una impresora, el de una máquina de escribir, el ruido de motores de coches, el del tráfico, el de trenes, el ruido de un avión, un ruido compuesto por el ruido de avión mas el del tráfico, un ruido compuesto por el del tren mas el del tráfico, el de voces de niños, etc..

En el segundo, compararon la relación entre nivel de intensidad de la exposición y respuesta a los ruidos de tráfico, aviones y de trenes en el rango de 50 a 70 dBA L_{eq} . En el último experimento evaluaron los efectos del ruido de fondo del tráfico, en un rango de 60 a 70 dBA, sobre el grado de perturbación total de los sujetos, cuando este ruido de fondo era mezclado con el ruido de aviones o con el de trenes.

En todos los experimentos, la tarea de los sujetos fue leer un texto que recibían en el laboratorio durante la presentación de los sonidos y evaluar el grado de perturbación creada por una exposición de seis minutos a los ruidos. Esta evaluación era realizada mediante una escala de siete puntos, cada uno de los cuales estaba representado por una de las siguientes categorías lingüísticas: "nada", "poquito", "un poco", "medianamente", "considerablemente", "sumamente",

"insoportablemente perturbador".

Como resultado del primer experimento, los autores hallaron, en primer lugar que los ruidos rosa simulados eran evaluados, generalmente, como más perturbadores que los de la vida real, exceptuando los siguientes: el ruido de la máquina de escribir, el de los motores de coches y el de las voces de los niños. La perturbación causada por estos tres ruidos estaba, frecuentemente, afectada por la frecuencia característica y por la información emocional.

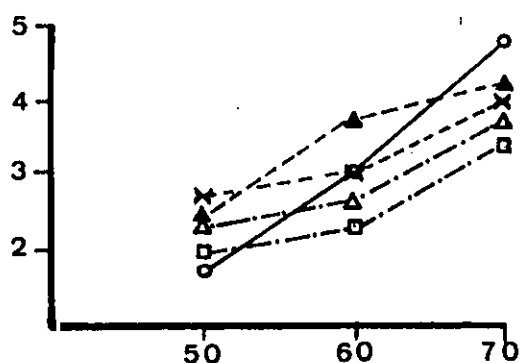
Adicionalmente, observaron que entre todos los ruidos reales evaluados, los más perturbadores eran: el de la máquina de escribir, el de los motores de coches, el de los aviones y el de las voces de los niños. En el caso de los ruidos rosa simulados, los sonidos del martillo pilote, el de aviones y el de aviones mas tráfico fueron los más perturbadores para los sujetos. Comparando los ruidos reales con los simulados, hallaron que tanto el ruido de aviones real como el ruido de aviones simulado eran evaluados como los más perturbadores de todos. Es de hacer notar que el nivel de intensidad pico del ruido de aviones era más alto que el nivel pico de otros ruidos que tenían el mismo nivel L_{eq} . Esto parece sugerir que los ruidos más perturbadores son aquellos cuyos niveles de intensidad pico son los más altos.

En el segundo experimento, hallaron que las puntuaciones medias de la perturbación percibida por los sujetos aumentaba linealmente con el nivel de intensidad de los ruidos. Esto concuerda con otros resultados obtenidos por otros investigadores y ya mencionados. Un resultado interesante de este experimento fue que, comparando el grado de perturbación generada por el ruido del tráfico con el creado por el de trenes o el de aviones, el ruido del tráfico era menos perturbador que el de aviones y que el de trenes cuando su nivel de intensidad era de 50 dBA, pero era mucho más perturbador cuando su nivel de intensidad aumentaba a 70 dBA (Ver gráfico 16).

Los resultados del tercer experimento mostraron que la evaluación de la perturbación total hecha por los sujetos permanecía constante aún cuando el nivel de intensidad del ruido de fondo variase. Si bien Brambilla y Carreti (1988), y Flindell y Rice (1988) habían observado que el malestar generado por ruidos específicos decrece con el incremento del nivel de intensidad del ruido de fondo, es probable que el malestar total causado por ruidos específicos mas ruido de fondo pueda ser evaluado por la suma de las energías de ambos ruidos, por lo cual estos resultados no necesariamente son opuestos a los hallados por otros autores.

Los resultados mencionados hasta este momento han sido obtenidos en investigaciones de laboratorio, cabe preguntarse si las observaciones de los estudios de campo concuerdan con las de laboratorio. En general, cuando se ha evaluado el grado de malestar creado por los ruidos típicos de la ciudad, se ha obtenido que el ruido del tráfico es el principal

Puntuación
promedio de
perturbación



Nivel de intensidad (dBA L_{eq})

○ Tráfico

× Avión (2 eventos)

▲ Avión (4 eventos)

□ Tren (2 eventos)

△ Tren (4 eventos)

GRAFICO 16: Perturbación creada por la exposición a distintos tipos de ruido en función del nivel de intensidad.

determinante de la sensación de molestia de los sujetos. Así mismo, se ha observado que el malestar no depende únicamente del nivel de intensidad de la exposición, sino que también está relacionado con las actitudes adoptadas hacia el ruido en general y hacia las fuentes particulares de ruidos asociadas con perturbaciones.

En 1988, García, Miralles, García y Sempere presentaron un informe sobre los resultados obtenidos en un estudio de campo realizado con el objetivo de determinar los efectos del ruido del tráfico en el grado de malestar percibido por las personas que viven en áreas urbanas. Para el logro de este objetivo, los autores seleccionaron cinco áreas de una gran ciudad (Valencia, España). Dos de ellas se caracterizaban por tener un tráfico muy intenso y, por ende, presentaban niveles altos de ruido; otras dos áreas eran muy tranquilas; y, el último sector seleccionado se caracterizaba por la presencia de gran cantidad de bares y restaurantes que causaban serios problemas de ruido, especialmente durante las noches y los fines de semana. Así mismo, registraron los niveles de intensidad del ruido en las zonas durante las 24 horas del día en cinco días consecutivos. Estos registros revelaron que, durante la noche, los valores más bajos del rango de niveles de sonidos equivalentes iban de 45 a 50 dBA en el área más tranquila, y eran superiores a 70-75 dBA en la zona más ruidosa. Durante el día, las variaciones en el nivel de intensidad en función de la hora eran insignificantes, especialmente en las zonas con un alto volumen de tráfico.

El estudio se basó en las respuestas dadas por 263 entrevistados a un cuestionario que hacía referencia a: la calidad del ambiente (24 ítems), las características del hogar (6 ítems), el nivel de descontento por el ruido en la zona (16 ítems), la conducta social (16 ítems), los problemas de salud (23 ítems), los datos socio-económicos y demográficos (12 ítems), y varios (18 ítems).

En general, los resultados reflejaron una gran relación entre las puntuaciones medias de descontento obtenidas por los sujetos y los niveles de intensidad del ruido. Analizando detalladamente las respuestas dadas por los sujetos entrevistados, hallaron que, en cuanto al nivel de satisfacción que sentían las personas con respecto a la zona donde vivían, este nivel era significativamente mayor en las áreas tranquilas que en las ruidosas y, en general, el ruido del tráfico era considerado como la característica más negativa en las evaluaciones sobre el lugar de residencia.

Por otra parte, observaron que, en relación a las perturbaciones en el sueño señaladas por los entrevistados (dificultad para conciliar el sueño y despertarse con frecuencia durante la noche), el 20% de los encuestados afirmaban tener dificultades para conciliar el sueño y cerca del 58% de estas personas citaban al ruido del tráfico como la principal causa de dicha dificultad. El 14% de los encuestados afirmaban despertarse durante la noche y más del 23% de estas personas atribuían la causa al ruido del tráfico en la zona. Estos datos se refieren a la muestra total de

sujetos y -varían considerablemente de una zona residencial a otra. Así, sólo el 7,9% de los residentes en las áreas tranquilas señalaban tener dificultades para conciliar el sueño, mientras que el 25,4% de las personas que vivían en las áreas ruidosas afirmaban tener dicha dificultad.

Finalmente, hallaron que la evaluación subjetiva de las personas sobre el nivel de ruido correlacionaba con las perturbaciones en el sueño ($r=0,39$), y con el número específico de acciones realizadas por las personas para disminuir la entrada de ruido al hogar, como por ejemplo: dormir con las ventanas cerradas ($r=0,50$).

La observación de que la presencia del ruido de tráfico en el lugar de residencia provoca en las personas serias perturbaciones en el sueño y que dichas perturbaciones son mayores a medida que el nivel de intensidad del ruido del tráfico aumenta parece tener cierta consistencia, independientemente de la ciudad que se estudie. En este sentido, Meijer, Knipschild y Sallé (1985) realizaron un estudio de campo en Amsterdam en el que entrevistaron a una muestra representativa de la ciudad de 3.445 personas con objeto de determinar las relaciones existentes entre malestar provocado por el ruido del tráfico, el nivel de intensidad de dicho ruido, las perturbaciones en el sueño sufridas por los residentes y el tipo de conductas emitidas con objeto de disminuir la entrada del ruido en el hogar.

En este estudio, la determinación del grado de malestar provocado por el ruido se hacía en base a la respuesta que los sujetos daban a la siguiente pregunta: ¿Oye Usted el ruido del tráfico en su casa?, si la respuesta era afirmativa, entonces los sujetos debían responder cuán molesto les resultaba dicho ruido, marcando una de las siguientes alternativas: "no me molesta", "me molesta escasamente", "me molesta", "me resulta muy molesto". Las personas que afirmaban no oír el ruido del tráfico en su casa eran catalogadas dentro del grupo "no molesto". Por su parte, las perturbaciones en el sueño eran determinadas pidiéndole a los sujetos que respondieran a la pregunta: ¿Tiene Usted dificultades para dormir a causa del ruido del tráfico?. Si la respuesta era afirmativa, entonces los sujetos debían indicar con qué frecuencia tenía dichas dificultades, marcando una de las siguientes alternativas: "frecuentemente", "algunas veces", "pocas veces".

Los resultados mostraron que del total de personas entrevistadas, el 5,4% afirmaba sentirse seriamente molesto a causa del ruido del tráfico y el 15,7% afirmaba sentirse molesto por este ruido. La relación entre nivel de intensidad del ruido de tráfico y malestar provocado mostró que con niveles de intensidad de 58 dBA, el 10% de la muestra afirmaba sentirse molesta a causa del ruido, con niveles de 69 dBA, el 10% afirmaba sentirse seriamente molesta, con niveles de 66 dBA, el 20% de los sujetos se sentían molestos, y con niveles de 75 dBA, el 20% se sentían seriamente molestos y el 47% se sentían molestos.

En relación con las perturbaciones en el sueño, los resultados pusieron de manifiesto que el 4,3% de las personas entrevistadas afirmaba que el ruido del tráfico les provocaba dificultades para dormir frecuentemente, y el 6,8% afirmaba que el ruido del tráfico perturbaba su sueño frecuentemente o algunas veces. Con niveles de intensidad entre 70 y 74 dBA, el 9,2% de los entrevistados afirmaba que el ruido del tráfico les provocaba problemas para dormir y el 12,4% afirmaba que este ruido les dificultaba el sueño frecuentemente o algunas veces. El gráfico 17 representa la relación observada por estos autores entre nivel de intensidad del ruido y grado de perturbaciones en el sueño.

Por supuesto, el malestar provocado por el ruido y el grado de perturbaciones en el sueño guardaban una relación mutuamente dependiente, en el sentido de que el malestar causado por el ruido del tráfico era significativamente más alto en aquellas personas que afirmaban tener dificultades para dormir a causa del ruido del tráfico que en aquellas personas que afirmaban no sufrir perturbaciones en el sueño a causa de este tipo de ruido, independientemente del sexo de los entrevistados.

Por último, y en cuanto a la conducta de cerrar las ventanas como forma de disminuir la entrada de ruido, los autores observaron que con niveles de intensidad superiores a 70 dBA más del 50% de las personas entrevistadas afirmaban mantener las ventanas de sus casas cerradas. Sin embargo, el hecho de mantener las ventanas cerradas no disminuía el malestar que los sujetos sentían frente al ruido del tráfico, de hecho para las personas que mantenían las ventanas cerradas, el malestar provocado por el ruido era más grande que para las personas que preferían estar con las ventanas abiertas. Parece así que las personas que prefieren tener las ventanas cerradas experimentan mayores grados de malestar frente a idénticos niveles de intensidad del ruido que aquellas personas que prefieren tenerlas abiertas, probablemente esto se deba a que entre estos grupos de personas existen diferencias en cuanto al grado de sensibilidad al ruido.

Las reacciones psicopatológicas observadas en los estudios de campo desarrollados con objeto de determinar los efectos del ruido del tráfico en el grado de malestar subjetivo de las personas enfrentadas con este tipo de ruido, también han sido observadas en otros estudios que analizan los efectos que el ruido generado por otras fuentes sonoras tienen sobre el malestar subjetivo sufrido por el ser humano. En este sentido, Gyr y Grandjean (1984) desarrollaron un estudio de campo en Suecia en el cual intentaron determinar los efectos que el ruido industrial tiene sobre los residentes de áreas cercanas a distintas plantas industriales. Los autores seleccionaron cinco áreas industriales y calcularon, en cada área, el nivel de intensidad continuo equivalente (L_{eq}) en dBA, así como el nivel de intensidad continuo equivalente promedio. Los niveles pico resultaron estar entre 40 y 76 dBA durante el día (7:00-19:00 horas) y entre 47 y 63 dBA durante la noche (22:00-7:00 horas), los niveles de intensidad

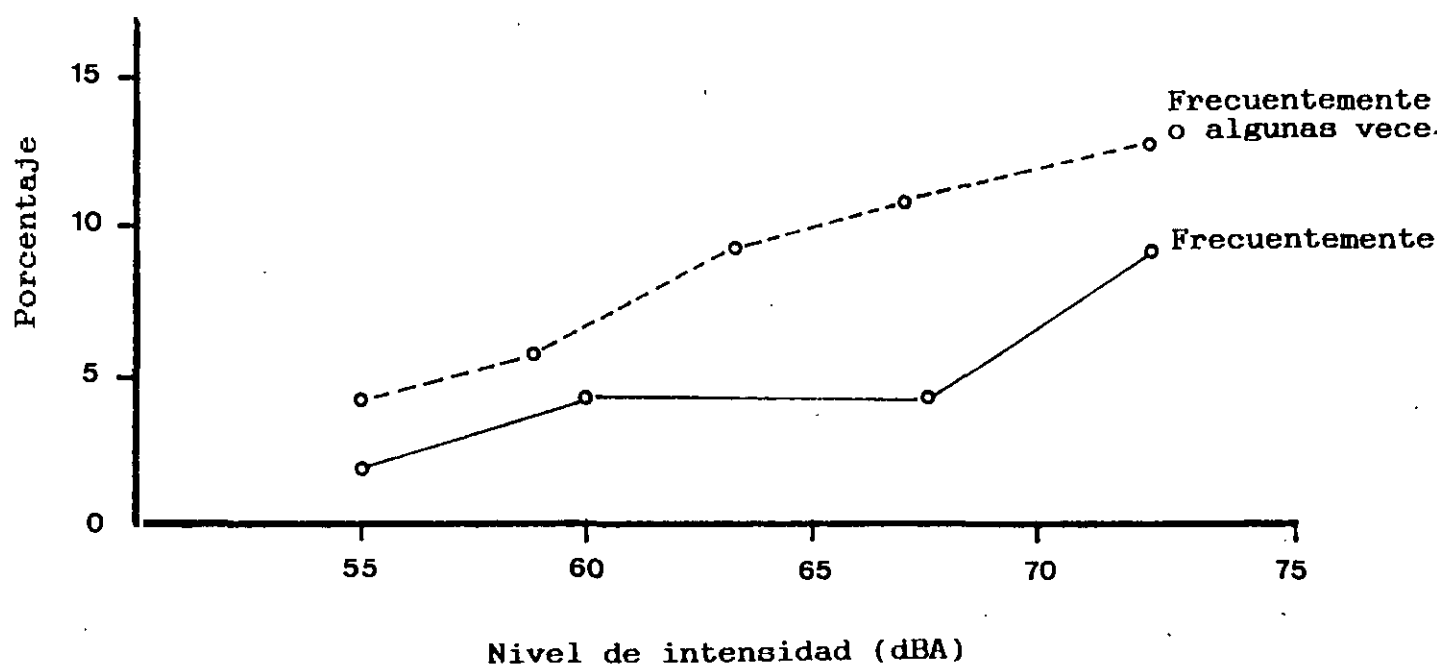


GRAFICO 17: Perturbaciones en el sueño creadas por el ruido del tráfico en función del nivel de intensidad del sonido.

continuos equivalentes promedios estuvieron entre 48 y 68 dBA durante el día y entre 37 y 59 dBA durante la noche.

Los resultados pusieron de manifiesto que la frecuencia de residentes fuertemente molestos aumentaba a medida que el nivel de intensidad del ruido industrial superaba los 50 dBA en el día, los 40 dBA en la noche, y los 45 dBA en la tarde, lo que refleja que, como era de esperar, las personas se sienten más molestas a causa del ruido generado por la producción industrial durante la noche que durante el día. Así mismo, los autores observaron que el porcentaje de personas que afirmaban sentirse fuertemente molestas por el ruido industrial aumentaba a medida que el nivel de intensidad promedio del ruido en la zona aumentaba. Esta relación entre nivel de intensidad promedio y porcentaje de personas que afirman sentirse fuertemente molestas se ve claramente en los gráficos 18, 19 y 20.

La presencia del ruido industrial durante el día perturbaba a las personas especialmente en los momentos de recreo, y hacían que reaccionaran con conductas del tipo cerrar las ventanas. Al igual que en las investigaciones previas, en la presente investigación los autores observaron que la frecuencia de cerrar las ventanas aumentaba a medida que el nivel de intensidad del ruido aumentaba, tanto durante el día, como durante la noche. Durante la noche, el ruido industrial provocaba perturbaciones en el sueño, tales como no poder conciliar el sueño y despertarse durante la noche. La frecuencia de este tipo de perturbaciones también aumentaba en la medida en que aumentaba el nivel de intensidad del ruido, especialmente a partir de niveles de intensidad superiores a los 45 dBA.

En 1990, Buchta realizó un estudio de campo en el que analizó el malestar provocado en los sujetos a causa del ruido de los disparos de armas de fuego. Este autor entrevistó a un total de 392 personas que vivían en zonas cercanas a cinco centros de tiro, con objeto de determinar aspectos tales como: el grado de perturbación general, el malestar específicamente causado por el ruido de las armas, la sensibilidad al ruido, las actitudes hacia el ruido de los disparos, etc.. Analizando el nivel de intensidad continuo equivalente en las cinco zonas estudiadas, resultó que el 80% de las personas entrevistadas estaban expuestas a sonidos de descargas de niveles de intensidad bajos y moderados: 34 y 45 dBA, mientras que el 20% restante estaba expuesto a sonidos de descargas de niveles de intensidad superiores: 46 y 63 dBA.

El análisis de los resultados puso de manifiesto que, para ocho períodos sucesivos del día, las mayores perturbaciones causadas por el ruido de las armas de fuego se daban en la mañana (9:00-12:00 horas) y en la tarde (14:00-17:00 horas). Estos resultados estaban directamente relacionados con los momentos del día en que, en cada zona estudiada, se producían los mayores números de disparos. Así mismo, el 53% de los sujetos entrevistados afirmaban que las actividades que mayormente se veían perturbadas por este tipo de ruido eran las de descansar y dormir, y el 7% mencionó las

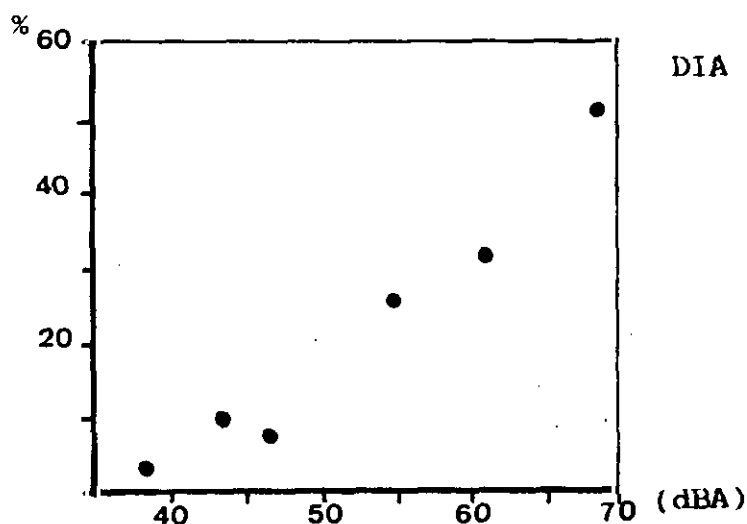


GRAFICO 18: Porcentaje de personas perturbadas por el ruido industrial durante el día.

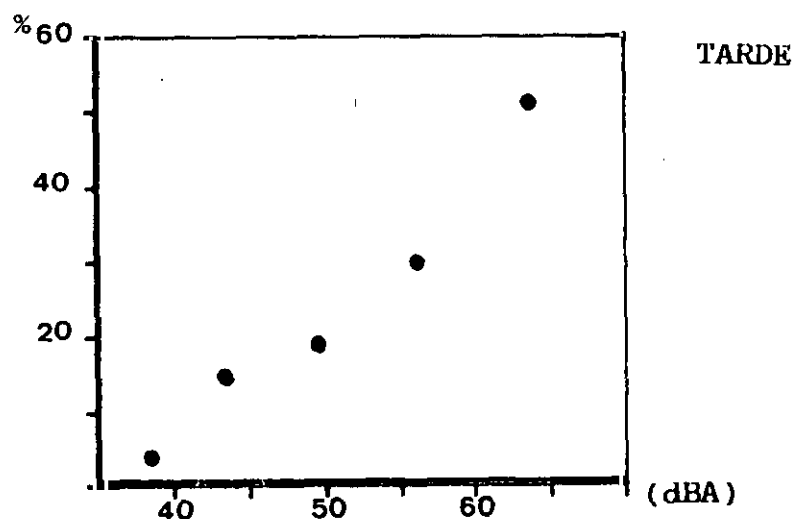


GRAFICO 19: Porcentaje de personas perturbadas por el ruido industrial durante la tarde.

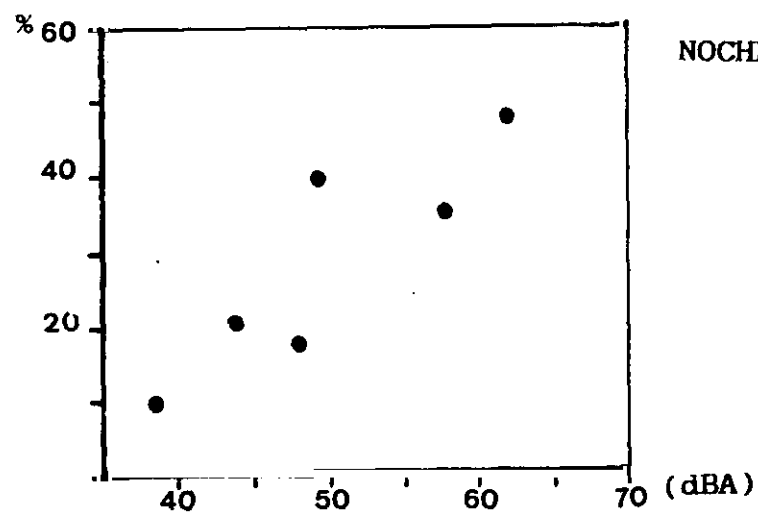


GRAFICO 20: Porcentaje de personas perturbadas por el ruido industrial durante la noche.

actividades mentales y de concentración.

Por último, y en cuanto a las acciones consideradas como idóneas para mitigar el malestar provocado por el ruido de las armas de fuego, los entrevistados mencionaron las de eliminar las prácticas de tiro durante los fines de semana, ya que el día que mayores perturbaciones generales causaba el ruido de las armas era el sábado, mitigar el ruido provocado por las armas, y reducir el tiempo de los disparos. La frecuencia con que estas acciones eran mencionadas por los sujetos estaba directamente relacionada con el grado de malestar sentido por los sujetos, siendo más alta en los casos de las personas que se sentían extremadamente y muy molestas por el ruido de las armas de fuego.

1.2.- LA SENSIBILIDAD INDIVIDUAL AL RUIDO Y EL MALESTAR SUBJETIVO.

Por supuesto, no se puede olvidar que como ya se ha mencionado en el primer capítulo de este trabajo, algunas personas se ven más afectadas negativamente por el ruido que otras, es decir, que existe una **sensibilidad individual** a este tipo de estimulación. De acuerdo con Stanfeld, Clark, Jenkins y Tarnapolsky (1985), la sensibilidad individual al ruido parece ser un factor relacionado con la vulnerabilidad o predisposición individual, el cual interviene entre la exposición al ruido y el grado de malestar generado por él. La variable sensibilidad al ruido ha sido usada para explicar más de la mitad de la varianza en cuanto al malestar percibido en situaciones experimentales, y el 12% de la varianza en estudios de campo sobre los efectos del ruido del tráfico.

Si bien es cierto que la sensibilidad al ruido ha sido considerada como una variable predictora del malestar subjetivo creado por el ruido, autores como Bregman y Pearson (1972), y Melamed, Najenson, Luz, Jucha y Green (1988) consideran que el nivel de malestar percibido es un indicador del nivel de sensibilidad individual al ruido de la persona evaluada. Por ende, no hay un acuerdo total en cuanto a si la sensibilidad influye sobre el malestar o si la relación entre ambas variables es la inversa.

En 1985, Stanfeld, Clark, Jenkins y Tarnapolsky realizaron un amplio estudio de campo en el cual establecieron las relaciones observadas entre la sensibilidad individual al ruido y un grupo de variables psicológicas, tales como: la presencia de desordenes psiquiátricos, la personalidad, la sensibilidad general, y el grado de malestar subjetivo. Los autores hipotetizaron que los sujetos con alta sensibilidad presentarían más desordenes psiquiátricos, puntuarían más alto en neuroticismo (medido a través del inventario de personalidad de Eysenck), mostrarían una mayor sensibilidad general, y un mayor grado de malestar que aquellos sujetos que mostraban una sensibilidad al ruido intermedia o baja.

La sensibilidad individual al ruido fue determinada a través de los siguientes instrumentos:

A) Mc Kennell: consiste en una lista de siete sonidos habituales molestos, en la cual los sujetos deben indicar si cada sonido les resulta o no molesto. En esta prueba, los sujetos que obtenían puntuaciones de 5, 6, o 7 ruidos molestos eran catalogados como altamente sensibles al ruido, los que puntuaban 3, o 4 eran considerados como medianamente sensibles, y los que puntuaban 0, 1, o 2 eran clasificados como poco sensibles al ruido.

B) Autoreporte: consistió en una pregunta simple ¿Diría Usted que es más o menos sensible que otras personas al ruido? y los sujetos debían responder "más", "igual", "menos", o "no sé". En esta pregunta, las personas que respondían "más sensibles" eran incluidas en el grupo de alta sensibilidad al ruido, las que contestaban "igual" eran incluidas en el grupo de sensibilidad intermedia, y las que respondían "menos sensibles" eran incluidas en el grupo de baja sensibilidad al ruido.

C) Escala de sensibilidad al ruido de Weinstein: esta escala hace referencia a la opinión de los sujetos frente a la perturbación creada por el ruido, la tolerancia al ruido, el nivel de concentración, la capacidad para relajarse, etc., en diferentes situaciones domésticas.

D) La sección de sensibilidad al ruido general del cuestionario de Anderson: mide la interferencia creada por el ruido en diferentes actividades diarias (cocinar, leer el periódico, etc.), a través de 21 ítems y dos escalas de evaluación, una en la que los sujetos indican cuán placentera/displacentera es la actividad específica y otra donde indican si el estar en un ambiente ruidoso aumenta o disminuye su placer o displacer. Ambas escalas van de +5 hasta -5. Una puntuación negativa alta indica un efecto altamente negativo del ruido en el desarrollo de las actividades y corresponde con el grupo altamente sensible al ruido.

E) Sensibilidad general: consistía en cinco preguntas que hacían referencia a la sensibilidad de los sujetos frente a distintas modalidades sensoriales (brillantez, color, olor, dolor, etc.).

Los resultados de esta investigación revelaron, en primer lugar, que las puntuaciones medias obtenidas por los sujetos en una entrevista psiquiátrica estandarizada (PSE) eran significativamente más altas entre los sujetos con alta sensibilidad al ruido (medida a través del Mc Kennell, el autoreporte, el Anderson y la escala de sensibilidad de Weinstein) que entre aquellos con sensibilidad intermedia o baja. Entre los sujetos altos en sensibilidad se observó que había un gran número de individuos que fueron catalogados como "posibles casos" de neurosis depresiva y ansiedad fóbica. Esta asociación entre sensibilidad al ruido y tendencia a sufrir desordenes psiquiátricos ya había sido observada por

autores tales como Nyström y Lindegard (1975), Tarnapolsky et al. (1978), y Tarnapolsky y Morton-Williams (1980). La sensibilidad al ruido estuvo también asociada con niveles moderados y altos de ansiedad: en las áreas de alto nivel de ruido, los sujetos con sensibilidad intermedia y baja eran menos ansiosos, y los sujetos con alta sensibilidad presentaban niveles moderados y altos de ansiedad.

En segundo lugar, y en cuanto a la relación entre la sensibilidad individual al ruido y la personalidad, los resultados mostraron que la sensibilidad al ruido estaba significativamente asociada con la escala de neuroticismo del inventario de personalidad de Eysenck, pero no guardaba relación, ni con la escala de introversión, ni con la de psicoticismo. Resultados similares fueron hallados por Ohrstrom, Bjorkman y Rylander en 1988. Estos autores obtuvieron una correlación positiva entre malestar provocado por la presencia de ruido y neuroticismo. Pero, hallaron una correlación negativa entre malestar y extroversión.

En tercer lugar, los resultados pusieron de manifiesto que existe cierta relación entre la sensibilidad al ruido (medida a través del Mc Kennell) y el grado de malestar subjetivo, en el sentido de que aquellos individuos con alta sensibilidad tendían a presentar altos grados de malestar frente al ruido de aviones, al del tráfico y al ruido en general. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Ohrström, Bjorkman y Rylander (1988) quienes hallaron una correlación positiva entre malestar provocado por la presencia del ruido en una situación de laboratorio y el nivel de sensibilidad subjetiva al ruido medida a través del cuestionario de Weinstein (1978). Así mismo, concuerdan con los resultados obtenidos por Meijer, Knipschild y Sallé (1985) en un estudio de campo en el cual observaron que las personas que afirmaban sentirse molestas a causa de la presencia del ruido del tráfico en sus casas también afirmaban sentirse molestas a causa del ruido provocado por otras fuentes sonoras como aviones, maquinaria, etc..

En cuarto lugar, se observó que el nivel de sensibilidad individual al ruido (medida a través del Mc Kennell, el Anderson, la escala de Weinstein, y el autoreporte) muestra una fuerte asociación con la sensibilidad general de los sujetos a cualquier estimulación ambiental, especialmente en aquellos sujetos catalogados como "posibles casos" de desordenes psiquiátricos. Este resultado podría ser explicado asumiendo que la recepción e interpretación del ruido involucra receptores periféricos y transformaciones del impulso nervioso en el sistema nervioso central. De acuerdo con Ohrström, Bjorkman y Rylander (1988), si los incrementos en la tendencia a reaccionar a estímulos ambientales es un fenómeno general de los distintos sistemas sensoriales, entonces las personas más sensibles al ruido deben ser también más sensibles a otros estímulos ambientales. Para verificar esta hipótesis, los autores realizaron un estudio en el que analizaron las relaciones existentes entre malestar causado por el ruido, sensibilidad neurofisiológica a diferentes estímulos, sensibilidad subjetiva al ruido y otras

características individuales tales como: personalidad, estado de animo, salud general y actitudes frente al ruido.

El estudio experimental se llevó a cabo en un laboratorio acondicionado de forma tal que simulase un cuarto de estudio, durante dos sesiones experimentales. En la primera sesión se evaluaban los umbrales auditivos y los de discomfort al ruido, y los sujetos debían cumplimentar el cuestionario de personalidad de Eysenck. En la segunda, se evaluaba el malestar causado por la presencia de ruido en el laboratorio. En este sentido, los sujetos estaban bajo una condición de ruido de tráfico, presentado a través de altavoces, con un nivel de presión equivalente en la sala de 60 dBA y un nivel de intensidad pico de 70 dBA. La exposición al ruido fue de 30 minutos. Después de esta exposición, los sujetos debían contestar un cuestionario en el que se evaluaban sus reacciones al ruido, así como el grado de malestar provocado por esta estimulación. Posteriormente, se registraba la tasa cardíaca de los sujetos en silencio y bajo cinco exposiciones a un ruido impulsivo (Ruido blanco con 90 dBA de intensidad), los sujetos contestaban el cuestionario sobre salud general, el MACL que medía el estado anímico de los sujetos, el cuestionario de sensibilidad subjetiva al ruido de Weinstein (1978), y realizaban las pruebas de discomfort frente a estímulos luminosos que variaban de 40 a 4.000 Lx y frente a la temperatura.

Los resultados de este experimento pusieron de manifiesto, en primer lugar, que en cuanto a las relaciones entre malestar causado por el ruido y sensibilidad neurofisiológica, las correlaciones fueron, en general, bajas. Estas correlaciones sólo fueron significativas para: el umbral de discomfort al ruido, observándose bajos umbrales de discomfort al ruido cuando había un gran malestar; el frío; y el primer ruido impulsivo, observándose un alto discomfort cuando había un gran malestar. La tabla 31 muestra los coeficientes de correlación obtenidos entre malestar y los distintos indicadores de sensibilidad neurofisiológica.

Estos resultados indican que no hay una relación excesivamente clara entre discomfort neurofisiológico de los sujetos y las reacciones de malestar frente al ruido, a pesar de que las altas correlaciones obtenidas entre los distintos indicadores de la sensibilidad neurofisiológica sugieren que sí hay un patrón general de reacción frente a diferentes estímulos ambientales.

UMBRALES DE DISCOMFORT	MALESTAR	
	CORRELACION	PROBABILIDAD
RUIDO	- 0,27	0,008
LUZ	- 0,08	-
FRIO	0,24	0,02
CALOR	- 0,10	-
RUIDO IMPULSIVO 1	0,23	0,03
TASA CARDIACA	- 0,06	-

TABLA 31: Coeficientes de correlación obtenidos entre malestar y distintos indicadores de sensibilidad neurofisiológica.

La ausencia de una relación clara entre malestar y sensibilidad neurofisiológica medida a través de los umbrales de discomfort puede deberse al hecho de que los umbrales de discomfort representan una reacción simple que implica sólo una evaluación limitada de pocos estímulos. En contraposición, el malestar implica las reacciones de receptor así como su interpretación del ruido en la que también intervienen la sensibilidad subjetiva al ruido y las actitudes del receptor frente a dicha estimulación.

En segundo lugar, y en cuanto a las relaciones entre malestar, sensibilidad subjetiva al ruido y otras características individuales, los resultados pusieron de manifiesto que el malestar frente al ruido estaba significativamente correlacionado con la sensibilidad subjetiva al ruido ($r_s=0,48$), con las puntuaciones en la escala de neuroticismo ($r_s=0,26$), y con la presencia de dolores de cabeza ($r_s=0,28$). Estas correlaciones fueron positivas lo que indica que los sujetos que presentan un gran malestar causado por la presencia del ruido muestran también una mayor sensibilidad a este tipo de estimulación, tienden a ser más neuróticos, y a sufrir con más frecuencia de dolores de cabeza. En contraposición, las variables anímicas como extroversión, actividad y relajación correlacionaron negativamente con el malestar provocado por el ruido. Esto indica que los sujetos más introvertidos, tensos y pasivos se ven más perturbados por la presencia del ruido que los sujetos extrovertidos, relajados y activos.

La correlación positiva existente entre malestar provocado por el ruido y nivel de sensibilidad a este tipo de estimulación puede deberse al hecho de que los sujetos experimentan, repetidamente, situaciones ruidosas en las que ellos se sienten molestos, lo que los lleva a autodefinirse como muy sensibles al ruido. No obstante, y dado que no en todas las investigaciones realizadas sobre este tema se ha encontrado esta correlación positiva entre malestar y

sensibilidad al ruido, otra explicación plausible se basa en la consideración de la sensibilidad subjetiva al ruido como una característica de personalidad. Por lo que, las personas sensibles al ruido también sufren otros efectos del ruido, como por ejemplo: perturbaciones en el sueño.

1.3.- OTROS FACTORES RELACIONADOS CON EL MALESTAR SUBJETIVO CAUSADO POR EL RUIDO.

Un aspecto psicológico altamente relacionado con el grado de perturbación o malestar percibido por el sujeto es el denominado **stress**. Este aspecto fue estudiado por Melamed, Najenson, Luz, Jucha y Green (1988) evaluando una gran muestra de personas ($N = 5.878$) que trabajaban en diferentes fabricas. Estos autores midieron el nivel de ruido promedio existente en cada uno de los lugares de trabajo, resultando una clasificación de los mismos en función de dicho nivel:

- A) Bajo: nivel de intensidad promedio hasta 70 dBA.
- B) Moderado: nivel de intensidad promedio entre 71 y 84 dBA.
- C) Alto: nivel de intensidad promedio desde 85 dBA en adelante.

Adicionalmente, los autores evaluaron el grado de malestar creado por el ruido laboral, la satisfacción de los sujetos en el trabajo, la presencia de enfermedades somáticas, el grado de irritabilidad después del trabajo, y el nivel de ansiedad de los sujetos.

Hallaron que el nivel de satisfacción de los sujetos en el trabajo decrecía con el incremento de los niveles de intensidad del ruido laboral y con el aumento en el grado de malestar creado por el ruido reportado por los sujetos. No obstante, la interacción entre nivel de intensidad y grado de malestar no fue significativa, a pesar de lo cual se observó que la reducción en la satisfacción en el trabajo con el aumento de la intensidad del ruido era más marcada en aquellos trabajadores que expresaban un alto grado de malestar.

En contraste con lo hallado en relación a la satisfacción laboral, los resultados sobre la presencia de enfermedades somáticas mostraron que aquí sólo era significativo el efecto principal del malestar percibido. Los trabajadores que presentaban un alto grado de malestar generado por el ruido tenían altas puntuaciones en la escala de enfermedades somáticas.

Finalmente, en cuanto al nivel de ansiedad, los resultados reflejaron que en el grupo de hombres, tanto el efecto principal del nivel de intensidad del ruido laboral, como el del malestar percibido eran significativos. Observándose así que los niveles de ansiedad en los sujetos aumentaban con el incremento en el nivel de intensidad del ruido y en aquellos sujetos que mostraban un alto grado de

malestar. A diferencia de esto, en las mujeres sólo fue significativo el efecto principal del malestar percibido.

Tomados en conjunto, los resultados de este experimento permiten considerar al malestar creado por el ruido como un indicador del nivel de sensibilidad individual al ruido. El efecto principal del malestar fue significativo a lo largo de todas las variables estudiadas. Así, los trabajadores que presentaban un alto nivel de malestar frente al ruido estaban menos satisfechos con su trabajo, sufrían de más enfermedades somáticas, se sentían más irritables después de salir del trabajo, y obtenían niveles más altos de ansiedad que aquellos que mostraban un bajo malestar frente al ruido. Estos resultados concuerdan con la suposición de que, entre trabajadores expuestos al mismo ambiente sonoro, aquellos que presentan un alto grado de malestar están más estresados y que, aún con niveles de ruido moderados, pueden presentar fuertes reacciones de stress psicológico.

Entre otros de los factores sociopsicológicos que influyen en el grado de malestar percibido por los sujetos y atribuido a la presencia de un estímulo sonoro dado se encuentran los siguientes:

- A) El temor a que el ruido sea una señal de un posible peligro para la seguridad física del individuo.
- B) La creencia del sujeto de que aquellas personas responsables de la presencia del ruido están o no haciendo todo lo que pueden para reducir la intensidad y la frecuencia de ocurrencia del ruido.
- C) La creencia del sujeto de que un ruido dado puede o no perjudicar a su estado de salud general.

Estos factores fueron propuestos y analizados por Borsky (1979) en un estudio de campo realizado con objeto de evaluar los efectos de la exposición al ruido de aviones sobre el malestar subjetivo de los residentes en distintas áreas de una ciudad. En este estudio, el autor evaluó tres áreas residenciales divididas en función del nivel del ruido en la zona: a) áreas cercanas al aeropuerto (niveles de ruido superiores a los 90 Lan), b) áreas a distancia media del aeropuerto (niveles de ruido entre 80 y 85 Lan), y c) áreas más distantes del aeropuerto (niveles de ruido entre 65 y 70 Lan).

Los resultados de este estudio mostraron que, en cuanto al temor de los sujetos frente al ruido de aviones como señal de peligro, este temor estaba directamente relacionado con el nivel de intensidad del ruido en la zona. Alrededor del 70% de los residentes cercanos al aeropuerto expresaban un alto temor, comparado con sólo el 20% de las personas que vivían lejos del aeropuerto. El temor frente al ruido de aviones también estaba relacionado con el grado de malestar generado por este ruido en los residentes, así de entre las personas que vivían cerca del aeropuerto y que afirmaban tener un gran temor, el 87% mostraba altos grados de malestar. Esta misma

relación también fue observada entre los residentes en áreas lejanas al aeropuerto.

En cuanto a los sentimientos de que las personas responsables del ruido no estaban haciendo todo lo que podían para disminuirlo, los resultados mostraron que las personas cercanas al aeropuerto tenían este sentimiento con mayor frecuencia que las que vivían lejos del aeropuerto. Así mismo, los sujetos que sentían que no se hacía nada para disminuir el ruido presentaban altos grados de malestar.

En relación con la creencia de los sujetos de que el ruido de aviones perjudica a su salud general, esta creencia estaba fuertemente relacionada con el nivel de intensidad del ruido. En este sentido, el 75% de los encuestados del área cercana al aeropuerto afirmaban que el ruido afectaba negativamente a su salud, y sólo el 25% de los residentes de las áreas más distantes compartían esta opinión. De igual forma, hubo una fuerte relación entre la creencia de que el ruido perjudica la salud de las personas y el grado de malestar percibido (Ver tabla 32).

ZONA DE RESIDENCIA	EFECTOS SOBRE LA SALUD.	MALESTAR		
		BAJO	MODERADO	ALTO
CERCA	BAJOS	46%	22%	32%
	MEDIOS	23%	12%	65%
	ALTOS	5%	9%	86%
MEDIA	BAJOS	54%	21%	25%
	MEDIOS	15%	28%	57%
	ALTOS	17%	14%	69%
DISTANTE	BAJOS	72%	13%	15%
	MEDIOS	37%	21%	12%
	ALTOS	25%	13%	62%

TABLA 32: Porcentaje de personas que presentan bajo, moderado y alto malestar, en función de la zona de residencia y de la creencia de que el ruido perjudica la salud.

Finalmente, el análisis conjunto de los tres factores sociopsicológicos que influyen sobre el grado de malestar atribuido a la presencia del ruido en la zona de residencia, puso de manifiesto que el 94% de los residentes que vivían cerca del aeropuerto y que presentaban un alto temor frente al ruido, un fuerte sentimiento de que no se hacía nada para disminuir el nivel de ruido, y que creían que el ruido afectaba perjudicialmente la salud, tenían un alto grado de malestar y sólo el 2% de estas personas se sentían poco molestas por el ruido. De entre los residentes que vivían en el área más tranquila y que presentaban altas puntuaciones en los tres factores provocadores de alto malestar, el 86% tenía un alto nivel de malestar (Ver tabla 33).

SENTIMIENTOS			MALES- TAR	ZONA DE RESIDENCIA		
TEMOR	NO HACER	SALUD		CERCA	MEDIA	DISTANTE
ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	94%	84%	86%
			MEDIO	4%	9%	8%
			BAJO	2%	7%	6%
MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	43%	60%	50%
			MEDIO	14%	40%	17%
			BAJO	43%	0%	33%
BAJO	BAJO	BAJO	ALTO	10%	5%	3%
			MEDIO	15%	16%	4%
			BAJO	75%	79%	93%

TABLA 33: Porcentaje de personas que presentan alto, medio y bajo malestar en función de los tres factores estudiados y la zona de residencia.

Para finalizar este apartado y, de acuerdo con López (1989) y Santisteban (1991), variables situacionales y de contexto, tales como: el simbolismo atribuido por la persona a diferentes sonidos, la capacidad informativa que el sonido tiene para el sujeto, y el grado de control que el individuo tiene sobre la fuente generadora de sonido, influyen decisivamente en la actitud que adoptan las personas frente a las estimulaciones acústicas y son la causa de que un sonido dado sea o no considerado como "ruido" y, por tanto, resulte más o menos perturbador para el individuo.

El simbolismo atribuido a los sonidos habituales está determinado, tanto por la experiencia personal de cada sujeto, como por el contenido que se le adjudica en un contexto socio-cultural específico. Así, sonidos tales como el del correr

del agua, el canto de los pájaros, etc., están asociados a las connotaciones positivas de los sentimientos de bienestar y tranquilidad. El sonido de una cascada, del viento o de la mar embravecida pueden despertar en el sujeto sentimientos de libertad y de fuerza. Estas connotaciones diferentes asociadas con los sonidos pueden, en parte, ser la causa de que cuando experimentalmente se trabaja sobre los efectos de sonidos habituales en el ser humano, se observe que no siempre el grado de malestar por ellos provocados y su evaluación como agradables/desagradables están directamente relacionados con el nivel de intensidad del sonido particular. De hecho, los ruidos juzgados por las personas como necesarios o asociados con sentimientos positivos son mejor aceptados que aquellos ruidos que no tienen ningún simbolismo particular o que están asociados con sentimientos negativos.

La capacidad de información de los sonidos está, en cierta medida, relacionada con lo que Borsky (1979) denominaba temor a que el ruido sea una señal de peligro. Si bien es cierto que todos los sonidos contienen cierta cantidad de información, la carga informativa otorgada en cada caso a los sonidos no es intrínseca a los mismos, sino que depende de los individuos y de los contextos en los que son percibidos. Un sonido dado puede carecer de contenido informativo para una persona en particular en un contexto dado, en tanto que ese mismo sonido para otra persona o presentado en un contexto diferentes puede ser percibido como una "señal". Es evidente que para los sujetos encuestados por Borsky (1979) y residentes en áreas cercanas a los aeropuertos, el sonido de los aviones tenía una gran capacidad informativa y, además de su alto nivel de intensidad, funcionaban como una señal de peligro para la seguridad física de los entrevistados.

Por último, y en cuanto al grado de control que los sujetos tienen sobre la fuente generadora de ruido, los ruidos cuya aparición es súbita, de forma irregular e impredecible, así como los ruidos continuos o intermitentes sobre los cuales el sujeto no puede actuar poseen una carga negativa adicional proveniente del hecho de que el sujeto se siente privado de la libertad para eliminarlos. Si el sujeto no se siente libre de valorar la necesidad y la molestia provocada por un ruido y, por ende, no tiene capacidad para decidir mantenerlo, eliminarlo o modificarlo, sino que simplemente puede adoptar medidas paliativas, las connotaciones negativas asociadas a ese ruido en particular son mayores y la aversión del sujeto hacia el ruido aumenta. Esto, probablemente, sea una de las razones de que frente al ruido del tráfico de la ciudad considerado como muy molesto, la conducta de cerrar las ventanas del hogar no siempre disminuya la actitud negativa de los residentes hacia este tipo de contaminación acústica ya que, si bien los sujetos pueden paliar la intensidad del ruido dentro de sus casas, no pueden eliminar la fuente generadora de dicho ruido.

2.- EFECTOS FISIOLÓGICOS DEL RUIDO.

Gran parte de la evidencia experimental disponible en relación con los efectos del ruido sobre el organismo humano apunta al hecho de que la presencia del ruido de intensidades moderadas puede provocar deterioros en el proceso de regulación de la presión sanguínea, particularmente en la dirección de la hipertensión, sin que este deterioro implique siempre la existencia de una enfermedad asociada con el estímulo sonoro. Sin embargo, las asociaciones establecidas entre presencia de ruido e hipertensión arterial son algo ambiguas.

Con el objetivo de explorar la posible relación entre ruido y presión sanguínea en períodos de tiempo largos, Peterson, Augenstein, Tanis y Augenstein (1981) llevaron a cabo una investigación de laboratorio empleando como sujetos experimentales a monos. Estos autores compararon los niveles de presión sanguínea (sistólica y diastólica) y la tasa cardíaca de un grupo de animales control con los de un grupo experimental, teniendo cuidado de controlar otras variables físicas que pueden afectar al valor de estos índices fisiológicos, tales como: la luz, la temperatura, y la humedad existentes dentro de las salas de confinamiento de los animales.

El grupo de animales experimentales fue expuesto continuamente cada día durante nueve meses a una exposición de una secuencia de ruidos, la cual constaba de seis episodios presentados a lo largo de 24 horas. El nivel de intensidad equivalente durante todo el día era de 85 dB L_{eq} , y el nivel de intensidad pico de la secuencia de ruidos era de 97 dB. Previa a la exposición al ruido, los animales estuvieron sometidos a un período de adaptación en el que eran mantenidos bajo condiciones de ruido con bajos niveles de intensidad. Durante este período se registraron los niveles de presión sanguínea, tanto en los animales del grupo control, como en los animales del grupo experimental, y se observó que la diferencia promedio entre los niveles de presión sanguínea de ambos grupos fue de sólo el 3,5%. La presión sanguínea promedio para los animales control fue de 81,8 mm-Hg, y para los animales experimentales fue de 78,9 mm-Hg.

Los resultados de este experimento reflejaron que los animales experimentales reaccionaban frente al largo período de exposición al ruido con elevaciones sustanciales de la presión sanguínea (Presión sanguínea promedio durante el período de exposición al ruido: 110,5 mm-Hg). Comparando los animales experimentales con los control, el incremento neto en la presión sanguínea para los sujetos experimentales fue de

18,7 mm-Hg. Observándose que la presión sanguínea de los animales experimentales era especialmente elevada durante el período correspondiente a la presentación de los episodios de ruido más intensos. Esta elevación se mantenía durante los 27 días posteriores a la culminación del período de exposición al ruido.

Comparando el ritmo diurno de la presión sanguínea de los animales experimentales durante el período de exposición al ruido con el ritmo diurno de estos mismos animales durante el período de adaptación, se observó que ambos ritmos de la presión sanguínea diferían notablemente. Así mismo, había una diferencia significativa entre el ritmo diurno de los animales experimentales y el característico de los animales control.

Estos resultados de laboratorio obtenidos con animales no coinciden con los observados en estudios de campo con humanos. En este sentido, Delin (1988 a) analizó la posible correlación entre exposición a altos niveles de ruido y presión sanguínea, evaluando durante un período de 11 años a 91 hombres que trabajaban en una sala de máquinas y que tenían un promedio de 27 años trabajando en dicha sala. El nivel de intensidad del ruido en la sala de máquinas variaba entre 100 y 115 dB, y entre 75 y 80 dB en la sala de control. El autor de esta investigación consideró que una presión sanguínea superior a 160 mm-Hg sistólica y 90 mm-Hg diastólica era hipertensión, independientemente de la edad del sujeto.

Los resultados de este estudio de campo revelaron que no había relación alguna entre una larga exposición al ruido laboral y el número de casos de hipertensión arterial, de hecho el número de personas con hipertensión, al final del período de evaluación de 11 años, no era superior al esperado en una población normal. Observándose que de la muestra total de sujetos evaluados, sólo seis personas sufrían de hipertensión y, de ellas, cuatro eran obesas y una era alcohólica, por lo que muy probablemente la causa de su hipertensión no fuese el ruido sino el sobrepeso y la excesiva consumición de alcohol.

Al comienzo de la investigación se detectaron 10 casos de hipertensión, de los cuales el 70% (siete sujetos) tenían sobrepeso y la correlación entre hipertensión arterial y sobrepeso era estadísticamente significativa. De estos siete sujetos, tres de ellos perdieron peso a lo largo del período de evaluación y como resultado su nivel de presión sanguínea volvió a ser normal.

Delin (1988 a) observó que, analizando detalladamente las respuestas dadas por los sujetos a los cuestionarios, las personas por él entrevistadas toleraban sorprendentemente bien los ambientes ruidosos y no se sentían estresadas por el hecho de trabajar en un lugar donde el ambiente sonoro tenía altos niveles de intensidad. De acuerdo con este autor, el bajo nivel de stress creado por la estimulación acústica puede ser una de las variables que influyen en que en su investigación no se halla observado un efecto perjudicial del ruido sobre los niveles de presión sanguínea, mientras que en otros

estudios sí se ha observado tal efecto. Esto coincide con lo apuntado en el apartado anterior donde se ponía de manifiesto que el stress es un factor relacionado con el malestar provocado en los individuos por el ruido.

Analizando otras variables que, probablemente, se relacionan con el nivel de presión sanguínea de los individuos, Wu, Huang, Chou y Chan (1988) estudiaron los efectos del ruido y de la demanda de la tarea sobre la función cardiovascular. En esta investigación, el estímulo sonoro consistió en un ruido blanco continuo que se podía presentar a uno de tres niveles de intensidad: 60, 85, o 90 dBA. La variable demanda de la tarea fue dividida en dos condiciones experimentales: presencia de tarea y ausencia de tarea. Los sujetos experimentales del grupo presencia de tarea debían realizar, en un período de 33 minutos, dos tareas de aritmética, mientras que los sujetos del grupo ausencia de tarea estaban el período de 33 minutos sin hacer nada, después del cual se hacían los respectivos registros de la presión sanguínea. El rendimiento de los sujetos en la condición de presencia de tarea fue medido como la tasa de errores cometidos por los sujetos. Los autores combinaron factorialmente las dos variables: a) nivel de intensidad del ruido (60, 85, 90 dBA), y b) demanda de la tarea (presencia y ausencia de tarea). De esta forma se construyeron seis sesiones experimentales. En cada sesión se registró la presión sanguínea (diastólica y sistólica) de cada uno de los sujetos al comienzo y al final de la sesión experimental.

Los resultados de este estudio mostraron que la variable demanda de la tarea tenía mayor influencia sobre la presión sanguínea de los sujetos que la variable nivel de intensidad del ruido. Es probable que el efecto de la demanda de la tarea sea predominante y que enmascare al efecto del ruido, debido a que los sujetos prestan más atención a la demanda de la tarea.

A partir de los resultados hasta aquí expuestos, parece claro que no en todos los casos es adecuado hacer extrapolaciones sobre la reacción fisiológica de los humanos frente al ruido con distintos niveles de intensidad tomando como base los datos obtenidos con animales. Cuando se trabaja con seres humanos no hay indicios suficientes para afirmar que el ruido sea una causa importante de hipertensión arterial. De acuerdo con Delgado (1991), el límite a partir del cual pueden empezar a observarse alteraciones en la presión arterial de los sujetos como respuesta al ruido se sitúa en torno a los 95 dB de intensidad.

Dentro de esta línea de investigación, Wen-Kui y Dong (1988) analizaron los cambios en el electrocardiograma y en el encefalograma en trabajadores expuestos a ruido industrial. Estos autores compararon los valores, en estas dos variables fisiológicas, presentados por dos grupos de trabajadores, uno de los cuales estaba sometido a un ruido laboral con nivel de intensidad de 85 a 95 dBA (condición de

ruido), y el otro a un ruido laboral con nivel de intensidad de 68 a 80 dBA (condición control). Ninguno de los sujetos que conformaban la muestra sufría de hipertensión arterial, de enfermedades cardiovasculares, ni de enfermedades nerviosas. Los registros del electrocardiograma se realizaron una vez antes de comenzar la jornada laboral y, de nuevo, cada cinco minutos después de que los sujetos llevaban dos o tres horas trabajando.

En relación a los registros del electrocardiograma, los resultados mostraron que la tasa del electrocardiograma anormal del grupo de sujetos bajo la condición de ruido fue del 32,43%, un 5% más alta que la de los sujetos en la condición de control. Esta diferencia entre la tasa del electrocardiograma anormal del grupo con ruido y del control fue estadísticamente significativa. Los cambios en el electrocardiograma se caracterizaban por bradicardia, taquicardia, arritmias, y alto voltaje del ventrículo izquierdo. En cuanto a los registros del electroencefalograma, se halló que en el grupo bajo la condición de ruido había una mayor incidencia de ondas de bajo nivel que en el grupo de la condición de control.

Los autores consideraron que los efectos del ruido sobre el sistema cardiovascular pueden ser divididos en dos amplios grupos:

- A) Los efectos instantáneos (efectos agudos) hallados bajo la condición de un ambiente con ruido de 85 a 95 dBA de intensidad.
- B) Los efectos a largo plazo (efectos crónicos).

Estos últimos efectos se observaron en el examen del electrocardiograma, por lo que se puede concluir que, en los seres humanos, el sistema cardiovascular puede verse afectado adversamente bajo condiciones ambientales ruidosas.

El nivel de intensidad no es la única variable que puede estar relacionada con los valores adoptados por indicadores fisiológicos bajo exposiciones a situaciones ruidosas. En este sentido, Damongeot, Chockaert y Floru (1988) plantean que otra de las variables que guarda relación con la actividad fisiológica de las personas es la vibración. Estos autores realizaron un estudio con el objetivo de evaluar la acción combinada y por separado de dos estresores, como son el ruido y las vibraciones, sobre la actividad fisiológica de los sujetos.

Las variables ruido y vibraciones fueron reproducciones de una situación real de conducción de un camión que implicaba detectar y responder frente a señales infrecuentes apretando el pedal del freno, y mantener el vehículo en el carril correcto. El nivel de intensidad del ruido fue de 80 dBA. Las variables fisiológicas registradas fueron: la tasa cardíaca, y el índice alpha y beta de la zona occipitotemporal izquierda del electroencefalograma, y las variables de rendimiento fueron: el tiempo de reacción frente al estímulo irrelevante,

la tasa de omisiones, y el control sobre la posición del vehículo.

Cada sujeto experimental asistió a cuatro sesiones realizadas con un intervalo de tiempo de seis a siete días. Todos los sujetos realizaban la tarea de conducción simulada bajo las mismas condiciones experimentales, a saber: control, presencia de ruido continuo, presencia de vibraciones, y presencia de ruido mas vibraciones. El tiempo total de exposición a las variables estresoras fue de una hora y 45 minutos.

El análisis de los resultados puso de manifiesto que, en cuanto a las medidas fisiológicas, había un aumento significativo de la tasa cardíaca media y del índice beta del electroencefalograma, y un decremento significativo del índice alpha, al comparar las condiciones de presencia de estresores (ruido, vibraciones, y ruido + vibraciones) con la de control. El decremento del índice alpha observado y el incremento del índice beta eran más marcados bajo la condición en la cual se combinaron las dos variables estresoras que en cada una de las situaciones en las que se presentaba uno de los estresores, pero no el otro. A diferencia de esto, los valores más altos en cuanto a la tasa cardíaca de los sujetos se obtuvieron bajo la condición de presencia de vibraciones.

En contraposición con los resultados de las medidas fisiológicas, los resultados del rendimiento alcanzado por los sujetos en estas condiciones experimentales mostraron que no había un efecto significativo de ninguna de las condiciones estresoras sobre el nivel promedio de rendimiento.

Como reflejan estos resultados, si bien las variables estresoras estudiadas no afectan al nivel de rendimiento de los sujetos, sí provocan incrementos significativos del arousal fisiológico de los sujetos. Este incremento se manifiesta en: aumentos de la tasa cardíaca y del índice beta del electroencefalograma, y disminución del índice alpha. Los resultados de esta investigación son un apoyo a la sugerencia, discutida en el capítulo segundo del presente trabajo, de que aún cuando aparentemente el ruido no afecte al rendimiento de los sujetos, las personas cuando trabajan en situaciones ruidosas hacen un esfuerzo adicional para mantener su nivel de rendimiento y este esfuerzo compensatorio se refleja en cambios en las respuestas fisiológicas del organismo.

Varios investigadores han señalado que una de las variables psicológicas que puede mediatizar las relaciones observadas entre ruido y actividad fisiológica de los sujetos es la **sensibilidad individual al ruido**. Con objeto de delimitar las características fisiológicas de las personas sensibles al ruido, Stanfeld, Clark, Turpin, Jenkins y Tarnapolsky (1985) realizaron un estudio de campo, en el cual compararon los valores presentados por sujetos, que diferían en el nivel de sensibilidad al ruido, en cuanto a: presión sanguínea, tasa cardíaca y respuestas de conductancia de la piel.

Los autores de este estudio esperaban que los sujetos con una alta sensibilidad al ruido presentaran presiones sanguíneas más altas, tasas cardíacas más llevadas y más respuesta de conductancia de la piel que aquellos sujetos con una sensibilidad al ruido baja o intermedia. Así mismo, esperaban que los sujetos con alta sensibilidad y que habían estado expuestos a ruidos de alta intensidad exhibieran una reactividad fisiológica mayor que aquellos con alta sensibilidad, pero que no habían estado sometidos a ruidos altos.

El nivel de sensibilidad individual al ruido fue medido a través de las respuestas dadas por los sujetos a cuestionarios, tales como: la sección de sensibilidad personal del cuestionario general de ruido de Anderson (1971), la escala de sensibilidad/malestar al ruido de Bregman y Pearson (1972), y la escala de sensibilidad al ruido de Weinstein (1978). De esta forma, la muestra total de sujetos quedó dividida en tres grupos: a) alta sensibilidad al ruido, b) sensibilidad al ruido intermedia, y c) baja sensibilidad al ruido.

En relación con la presión sanguínea, los resultados de estos autores mostraron que ni la presión sanguínea diastólica, ni la sistólica estaban asociadas con las puntuaciones obtenidas por los sujetos en las escalas de sensibilidad.

En cuanto al número de respuestas de conductancia de la piel, se observó que este número no se relacionaba con el nivel de sensibilidad individual al ruido. No obstante, y en relación con esta última variable, los datos mostraron una diferencia entre zonas residenciales que diferían en el nivel de intensidad del ruido presente (alto o bajo), independientemente del nivel de sensibilidad individual. Esta diferencia reveló que el número promedio de respuestas de conductancia era más alto en las personas que vivían en las zonas de ruido alto que en las que vivían en zonas de ruido bajo.

El análisis de los datos reveló que, en cuanto a la tasa cardíaca y en oposición a lo esperado por los autores, el intervalo medio entre latidos estaba afectado por la sensibilidad al ruido. Observándose que el intervalo medio entre latidos era más largo en aquellos sujetos considerados como de alta sensibilidad al ruido. Esto indica que los sujetos con baja sensibilidad al ruido tienen tasas cardíacas más rápidas que los de alta sensibilidad.

Tomados en conjunto, estos resultados no permiten confirmar la hipótesis según la cual los sujetos con alta sensibilidad al ruido muestran una alta presión sanguínea, una tasa cardíaca más rápida y más respuestas de conductancia de la piel que los sujetos con baja sensibilidad individual al ruido. Este resultado no significa que, en todos los casos, las reacciones fisiológicas de las personas frente al ruido no estén mediatizadas por ciertas características de su personalidad. En este sentido, en 1988, Dall'Ava-Santucci et

al., estudiaron los efectos patofisiológicos a largo plazo de exposiciones a ambientes ruidosos, usando métodos clínicos, psicológicos, bioquímicos y electrofisiológicos, con el objetivo de determinar los parámetros que pueden verse afectados por la estimulación sonora.

En este estudio, parte de los sujetos experimentales se quejaban de presentar síntomas atribuibles al ruido crónico presente en su medio ambiente. Este grupo de sujetos fue denominado por los autores como *lamentadores*. La otra parte de los sujetos habían estado expuestos al mismo ambiente sonoro, pero no se quejaban (grupo control). La medición del nivel de intensidad del ruido al que estaban sometidos ambos grupos de sujetos reveló que no había diferencias significativas entre la exposición al ruido a la que estaban sometidos los sujetos del grupo de lamentadores y aquella a la que estaban sometidos los del grupo control. De hecho, el nivel de presión sonora equivalente estuvo, en ambos casos, entre los 50 y los 60 dBA.

A cada uno de los sujetos experimentales se les administró una entrevista sobre perturbaciones del ruido y sobre la historia médica, un cuestionario de stress, y la versión corta del MMPI. Así mismo, se hizo un registro de la bioquímica sanguínea de los sujetos, el cual incluía: plasma, proteínas, electrólitos, glucosa en la sangre y hormonas (ACTH, prolactina, GH, cortisol, testosterona, T3 y T4), y se registraron los siguientes datos electrofisiológicos: electroencefalograma de los sujetos despiertos, electrooculograma, electrocardiograma, electromiograma, y tasa respiratoria.

El análisis de los datos mostró, en primer lugar, que comparando al grupo de sujetos control con el grupo de sujetos lamentadores, estos últimos presentaban con mayor frecuencia los siguientes síntomas relacionados con altos niveles de stress:

- A) Perturbaciones en el sueño (insomnio, despertarse frecuentemente durante la noche, etc.).
- B) Palpitaciones.
- C) Desordenes termoreguladores.
- D) Nerviosismo.
- E) Angustia.
- F) Ansiedad.
- G) Fobias.
- H) Estados depresivos.
- I) Dolores sin causa aparente.
- J) Debilidad general por la mañana.

En segundo lugar, y en cuanto a la bioquímica sanguínea de los sujetos, el análisis general de los resultados mostró que en el grupo de lamentadores los sujetos presentaban incrementos significativos en la concentración de la hormona GH, una de las principales productoras de los estados de stress.

En tercer lugar, los datos poligráficos reflejaron que, en el electroencefalograma, los sujetos lamentadores presentaban un ritmo basal pobre, un aumento de las frecuencias theta, y una mayor sensibilidad a la hiperventilación.

En resumen, frente a una exposición idéntica a niveles moderados de ruido, las personas lamentadoras muestran perturbaciones en el sistema nervioso central y periférico, acompañadas de desordenes de personalidad. Sin embargo, no es posible determinar si estas modificaciones son la causa o la consecuencia de una cierta sensibilidad individual al ruido que caracteriza a los sujetos lamentadores.

A manera de resumen, y de acuerdo con Iriarte (1989) y Delgado (1991), los efectos fisiológicos del ruido más conocidos son los siguientes:

A) Efectos sobre el sistema cardiovascular:

A.1.- El ruido produce alteraciones en el ritmo cardíaco de las personas, pero no hay un acuerdo claro entre los resultados experimentales que permitan afirmar que la presencia de ruido provoca siempre alteraciones en la presión sanguínea de las personas en la dirección de la hipertensión arterial. El límite a partir del cual empiezan a observarse alteraciones de la presión arterial como respuesta al ruido se sitúa en los 96 dB de intensidad.

A.2.- Se ha constatado, sin embargo, que el ruido puede originar alteraciones electrocardiográficas cuando se somete a la persona a un ruido de 90 dB de intensidad, y que en personas mayores de 40 años expuestas a largos períodos de ruido hay un aumento de la morbilidad cardiovascular por infarto al miocardio. Diversos estudios epidemiológicos sugieren que a las personas expuestas constantemente a ruidos entre 85 y 95 dB de intensidad hay que colocarlas en una categoría 10 años superior a la que le correspondería en la probabilidad de sufrir una afección coronaria.

A.3.- Los trastornos en el funcionamiento cardíaco producidos por la presencia del ruido son transitorios y tienden a desaparecer cuando cesa la estimulación acústica o, en todo caso, al cabo de unas dos horas de reposo.

A.4.- Además del ruido, otra variable que influye en la tasa cardíaca de los sujetos es la presencia de vibraciones, y los efectos adversos sobre la tasa cardíaca de los sujetos son mayores si se presentan ambos estresores combinados que si se presenta uno de ellos pero no el otro.

B) Efectos sobre el sistema nervioso central:

B.1.- El ruido provoca modificaciones en el ritmo alpha y beta del electroencefalograma. Estas modificaciones indican que la tasa del ritmo alpha decrece y la del ritmo beta aumenta. Estas alteraciones en los electroencefalograma se presentan con regularidad cuando se somete a los individuos a ruidos continuos o intermitentes con niveles de intensidad del orden de los 90 dBA. Con ruidos a niveles de intensidad entre 100 dBA y 130 dBA se observa que el ritmo de recuperación de las alteraciones eléctricas cerebrales se enlentece, y con ruidos de intensidades superiores a los 130 dBA, las modificaciones en las corrientes cerebrales se asemejan a la curva electroencefalográfica encontrada en el estado agónico.

B.2.- Con ruido, los vasos sanguíneos centrales muestran tendencia a espasmos y los periféricos a la dilatación. Observándose trastornos circulatorios en las extremidades del cuerpo que son más intensos cuando el ruido es repentino.

B.3.- Como respuesta al ruido se ha constatado un incremento de la presión del líquido cefalorraquídeo, sobre todo cuando la aparición del ruido es inesperada.

C) Efectos sobre las glándulas endocrinas:

C.1.- Bajo la influencia del ruido hay incrementos significativos en la concentración de la hormona del crecimiento HGH y de ACTH, con los consiguientes aumentos de cortisol y andrógenos.

C.2.- El ruido da lugar a un incremento de la excreción urinaria de catecolaminas (adrenalina y noradrenalina). Estas hormonas dan lugar a la constricción de los vasos sanguíneos, aumentos en el número de pulsaciones y contracciones del corazón. El límite aceptado para que se produzcan estas reacciones neurovegetativas es, aproximadamente, 60 dB.

C.3.- Exposiciones a ruidos de altos niveles de intensidad provocan subidas en los niveles de glucosa en la sangre.

D) Efectos sobre el aparato respiratorio:

D.1.- En general, frente al ruido se observan aumentos de la frecuencia respiratoria. Este efecto del ruido sobre la frecuencia respiratoria cesa al desaparecer el estímulo sonoro y no es manifiesto a menos que la exposición al ruido sea muy larga.

E) Efectos sobre el aparato digestivo:

E.1.- Las personas sometidas al ruido presentan una mayor incidencia de úlceras duodenales, cólicos y otros trastornos gastrointestinales. Cuando el nivel de intensidad del ruido asciende a más de 150 dB, aún a pesar del uso de protectores auditivos, se observan molestias gástricas.

F) Efectos sobre el equilibrio:

F.1.- Frente a ruidos con niveles de intensidad superiores a los 110 dB, se observan vértigos, pérdidas del equilibrio, marcha inestable y náuseas. Estos efectos pueden persistir durante algún tiempo después de que la estimulación ha desaparecido.

G) Efectos sobre la visión:

G.1.- En personas expuestas a ruidos de 110 dB de intensidad se observa un estrechamiento del campo visual y modificaciones en la percepción del color.

G.2.- La presencia de ruido afecta negativamente la calidad de la visión nocturna.

G.3.- Los incrementos en los niveles de ruido disminuyen la velocidad de movimiento para ciertos ángulos.

G.4.- El estímulo sonoro en un oído da lugar a la disminución de la sensibilidad a la luz y a un retraimiento del campo visual en el ojo contrario al oído estimulado.

G.5.- Como reacción frente al ruido, se puede observar dilatación de las pupilas y nistagmus.

3.- EL RUIDO Y LAS PERTURBACIONES EN EL SUEÑO.

El sueño no se puede considerar como un estado único de comportamiento ya que, mediante estudios experimentales, se ha demostrado que existen al menos dos tipos que se alternan en un ciclo completo de sueño. En base a los distintos modelos del electroencefalograma, se distingue entre el sueño D que da un tipo de electroencefalograma desincronizado característico parecido a la vigilia (sueño REM o sueño paradójico), y el sueño S que se caracteriza por un modelo de electroencefalograma de ondas lentas compuesto por cuatro fases diferentes que se suelen denotar desde I hasta IV (sueño no REM). Los dos tipos de sueño se alternan, primero aparecen sucesivamente las cuatro etapas del sueño S, para dejar, posteriormente, paso al sueño D, si bien a medida que avanza el tiempo la fase IV es menos frecuente y los períodos de sueño REM tienden a demorar más (Ver gráficos 21 y 22).

Los resultados experimentales obtenidos en relación con los efectos del ruido sobre el sueño parecen demostrar que la presencia de ruidos habituales, como los generados por el tráfico, causan importantes perturbaciones en el desarrollo de los distintos tipos de sueño, así como variaciones en los movimientos de los sujetos durante el período en el que están durmiendo y alteraciones en respuestas fisiológicas como la tasa cardíaca y la presión sanguínea. Estas variaciones hacen que los sujetos que han dormido en situaciones ambientales ruidosas, al despertar, evalúen la calidad de su sueño como peor que cuando duermen en silencio, se sientan mucho más cansados, fatigados, de peor humor e irritables y, por ende, presentan disminuciones en el nivel de rendimiento y en el nivel de vigilancia. Estos efectos del ruido durante y después del período de sueño están modulados por características de personalidad de los individuos, tales como la sensibilidad individual al ruido.

En relación a los efectos del ruido sobre los distintos tipos de sueño, Eberhardt (1987) realizó un estudio en el cual evaluó a un grupo de personas que habían sido expuestas, durante el primer tercio de la noche, al ruido del tráfico con un nivel de intensidad pico de 55 dBA.

Los resultados obtenidos por este autor reflejaron que las personas expuestas al ruido mostraban una reducción en la cantidad del sueño REM durante la noche, y un incremento en la duración temporal de los despertamientos intermitentes, especialmente durante las horas de exposición al ruido. A la mañana siguiente, las personas expuestas al ruido sentían más cansancio, calificaban a su sueño como de menor calidad que

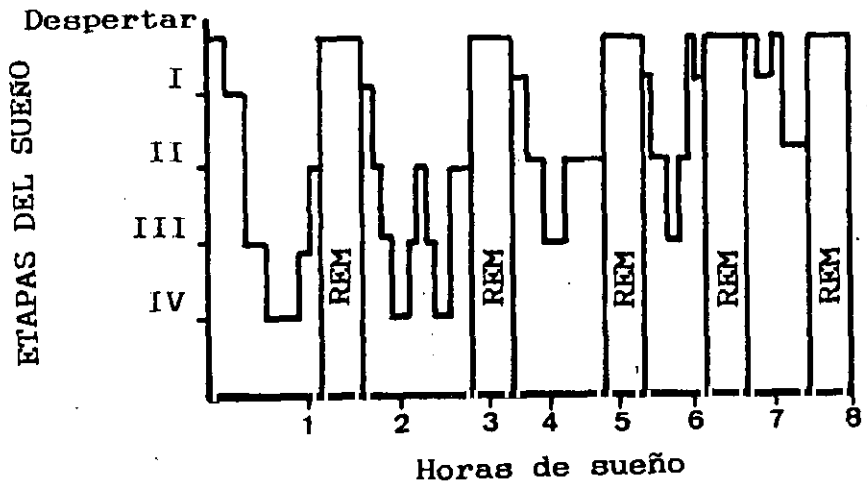


GRAFICO 21: Alternancia de los dos tipos de sueño (sueño No REM: I, II, III, IV, y sueño REM).

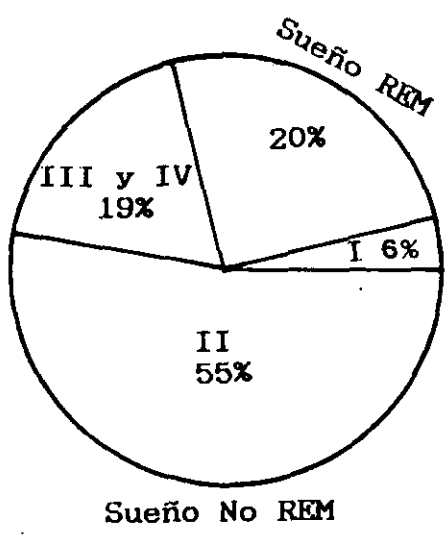


GRAFICO 22: Porcentaje de tiempo estimado para los dos tipos de sueño en un ciclo total de sueño en adultos.

cuando dormían en silencio, y afirmaban que se habían despertado un mayor número de veces cuando el ruido del tráfico estaba presente.

Adicionalmente, el autor analizó la influencia de la presencia de vibraciones sobre el sueño, y observó que las vibraciones en la cama de una amplitud máxima de $0,3 \text{ m/S}^2$ tenían un efecto negativo sobre el sueño REM y que un aumento de amplitud hasta $0,4 \text{ m/S}^2$ provocaba una reducción adicional de esta etapa del sueño.

El autor concluyó que la presencia de vibraciones causa perturbaciones en el sueño que se reflejan en aumentos de los movimientos del cuerpo y en cambios en las etapas del sueño. Así mismo, consideró que la combinación de ruido y vibraciones conforman claramente una situación ambiental mucho más perturbadora para los sujetos que la presencia solamente del ruido.

Con posterioridad, Arnberg, Bennerhult y Eberhardt (1990) analizaron en detalle la influencia de las vibraciones, del ruido y de estos dos factores combinados en las etapas del sueño, en la evaluación subjetiva de la calidad del sueño, y en el nivel de rendimiento de los sujetos al día siguiente. Para el logro de este objetivo, los autores realizaron tres experimentos en los que usaron niveles de vibración que si bien no provocaban que el sujeto se despertase sí podían ser percibidos una vez el sujeto estaba despierto.

En el primer experimento, los sujetos fueron expuestos a vibraciones previamente grabadas y provenientes del tráfico pesado (camiones y autobuses) con niveles pico de $0,24 \text{ m/S}^2$ y $0,17 \text{ m/S}^2$ horizontalmente. En el segundo, la exposición consistió en ruido de tráfico con nivel de intensidad máximo de 50 dBA, y en una combinación de este ruido con los niveles de vibración presentados en el anterior. En el tercer experimento los sujetos, que no habían participado en los dos experimentos anteriores, asistieron durante tres semanas al laboratorio. En la primera semana, los sujetos recibían las vibraciones producidas por el tráfico pesado con un nivel de exposición idéntico al utilizado en el primer experimento (vibraciones bajas); en la segunda semana no recibían ningún estímulo (control), y en la tercera semana estuvieron expuestos a vibraciones altas con niveles pico de $0,34 \text{ m/S}^2$ verticalmente y $0,24 \text{ m/S}^2$ horizontalmente.

Los resultados obtenidos en los dos primeros experimentos pusieron de manifiesto que cuando el ruido del tráfico se presenta acompañado por vibraciones bajas, reacciones del tipo movimientos del cuerpo y cambios en el electroencefalograma ocurren con mayor frecuencia que cuando los sujetos están expuestos solamente al ruido del tráfico. Pero que, cuando los sujetos están expuestos solamente a vibraciones bajas, se observan mayores cambios en las etapas del sueño que cuando dichas vibraciones están acompañadas por el ruido del tráfico.

Por su parte, los resultados del experimento tres pusieron de manifiesto que las reacciones del tipo movimientos del cuerpo tenían una probabilidad de que fuesen inducidas por las vibraciones del 8,5% para la situación de vibraciones bajas y del 15,7% para la situación de vibraciones altas. Estas reacciones tuvieron lugar durante la etapa II del sueño. Así mismo, se observó que solamente la situación de vibraciones altas provocaba cambios hacia un sueño más ligero en la etapa II. La presencia de vibraciones también produjo cambios significativos en el sueño REM. Estos cambios reflejaron una disminución del tiempo invertido en esta etapa del sueño. Como era de esperar, la disminución del sueño REM fue mayor cuando las personas dormían con vibraciones altas que cuando lo hacían con vibraciones bajas. Estos resultados concuerdan con los obtenidos previamente por Eberhardt (1987).

Por último, los sujetos que dormían bajo vibraciones altas afirmaban que habían tenido muchas dificultades para conciliar el sueño, que habían dormido mal, que estaban cansados, que tenían dificultades para trabajar al día siguiente, y que cuando despertaban durante la noche les costaba mucho volver a dormirse.

En un estudio de laboratorio, Ohrström (1988 a) analizó los efectos del ruido producido por camiones con un nivel de intensidad máximo de 60 dBA sobre los movimientos del cuerpo, la tasa cardíaca durante el período de sueño, y postefectos tales como: la evaluación subjetiva de la calidad del sueño, el estado mental, y el rendimiento de los sujetos expuestos al ruido. Los sujetos evaluados por este autor fueron divididos en dos grupo, uno catalogado como *sensible*, y el otro como *no sensible* al ruido.

Los resultados de este estudio mostraron que había un incremento promedio en la tasa cardíaca de 1,8 latidos por minuto en el grupo de personas sensibles, y de 1,1 en el grupo de personas no sensibles al ruido. Por otra parte, la evaluación de la calidad subjetiva del sueño era peor en el grupo de sujetos sensibles al ruido que en el grupo de sujetos no sensibles. Ambos grupos cometían más errores en los tests de rendimiento y había una tendencia a que el deterioro continuara hasta el final del período de prueba.

En base a estos resultados, este mismo autor realizó un estudio de campo en dos áreas de una ciudad, una de ellas muy cercana a una calle con mucho tráfico (LA_q : 71 dBA), y la otra silenciosa (LA_q : 50 dBA). Observó que los sujetos que vivían en el área caracterizada por un gran volumen de tráfico presentaban un deterioro de la calidad del sueño. Así mismo, aquellas personas que se describían a sí mismas como sensibles al ruido afirmaban haber tenido un sueño de peor calidad que las que se consideraban a sí mismas como no sensibles al ruido (Ohrström, 1988 b).

Los resultados de laboratorio y de campo obtenidos por Ohrström (1988 a y b) ponen de manifiesto que la presencia del ruido durante el período de sueño afecta perjudicialmente tanto a las personas sensibles como a las no sensibles, pero

las personas que se consideran a sí mismas como sensibles al ruido son más propensas a sufrir los efectos dañinos de dormir con ruido que aquellas personas que se autodefinen como no sensibles. Resultados similares han sido obtenidos por Nivison (1987) quien realizó un estudio de campo en el que evaluó los efectos del ruido del tráfico sobre la salud de los individuos, y sobre la calidad y la cantidad del sueño; analizando variables tales como: las características de personalidad, factores socio-económicos, actitudes y sensibilidad al ruido.

El análisis de los resultados de esta investigación mostró que, para los hombres, había una correlación entre el nivel de intensidad del ruido (L_{Amax} y L_{Aeq}) y el número de despertamientos durante la noche; pero, para las mujeres, paradójicamente, había una conexión negativa entre el nivel de intensidad alto del ruido e implicaciones en la salud, y una conexión positiva entre el nivel de intensidad máximo y el concepto de "pérdida de sueño".

Por otra parte, y en concordancia con lo hallado por Ohrström (1988 a y b), el autor observó que las personas sensibles al ruido presentaban más disconformidad, mayores deterioros en la salud, más dificultades para conciliar el sueño, mayor número de períodos de despertamientos durante la noche, y una peor calidad del sueño que las personas no sensibles.

Nivison (1987) concluyó que el ruido del tráfico durante el sueño actúa como un estresor indirecto vía sistema nervioso central. De esta forma, es fácil comprender los efectos aparentemente divergentes obtenidos con distintos sujetos, ya que se asume que los efectos del ruido están modulados por la persona (física y mentalmente), lo cual resulta en una variación, tanto de la sensibilidad al ruido, como de la capacidad de acomodación a la estimulación sonora.

De acuerdo con Anderson y Lindvall (1988), y Santisteban (1991), los efectos perturbadores del ruido sobre el desarrollo de los distintos tipos de sueño pueden permanecer aún después de un período largo de exposición lo que, aunado a las observaciones de que no existen diferencias significativas en las reacciones fisiológicas frente al ruido entre las personas que viven en zonas ruidosas y las que viven en zonas tranquilas, pone de manifiesto que cuando las personas están sometidas a ruidos habituales como el del tráfico se produce un proceso de acomodación, pero que no se puede afirmar que exista una adaptación fisiológica de los sujetos a la estimulación sonora a largo plazo.

Los efectos perturbadores del ruido sobre el sueño parecen depender de una serie de variables extrínsecas al ruido en sí mismo entre las que, además de la sensibilidad individual al ruido, Maschke (1988) propone y analiza el stress psicológico y físico al que han estado sometido los sujetos antes de que duerman en ambientes ruidosos.

El autor intentó, en un estudio de laboratorio, dar respuesta a la pregunta de hasta qué punto las perturbaciones en el sueño observadas cuando las personas duermen bajo condiciones de ruido pueden ser consideradas como una consecuencia únicamente de la presencia del ruido. Con este objetivo, el autor pidió a los sujetos experimentales que durmieran, durante cinco noches consecutivas, en un laboratorio acondicionado para ello y que realizaran sus actividades cotidianas durante el día. Antes de que los sujetos se acostasen, se les administró un cuestionario en el que se evaluaba el stress psicológico y físico. A lo largo de la noche se registraron los datos electrofisiológicos provenientes del electroencefalograma, del electrooculograma y del electromiograma para especificar las etapas del sueño. Dos de los tres grupos de sujetos experimentales fueron expuestos a un ruido real de tráfico con nivel de intensidad de 45 dBA, mientras que el otro grupo dormía en un ambiente relativamente silencioso (nivel de intensidad: 32 dBA).

En una primera parte del análisis de los datos, el autor evaluó la dependencia entre el nivel de intensidad del ruido y las distintas noches, observando que el sueño de los sujetos bajo la condición de ruido de tráfico era significativamente diferente del sueño de los sujetos bajo la condición de ambiente silencioso. Esta diferencia se centró en las características de la etapa I y la etapa REM del sueño. Por otra parte, al analizar las variaciones entre los miembros de los grupos experimentales, halló una diferencia significativa entre las distintas noches en cuanto a la etapa I del sueño. Maschke (1988) concluyó, en esta etapa del análisis, que la corta duración de la etapa REM y la extensa duración de la etapa I, observadas bajo condiciones de ruido de tráfico, pueden considerarse como una perturbación del sueño causada por la presencia del ruido del tráfico.

En una evaluación posterior de la variación entre los distintos grupos experimentales, el autor halló que el factor stress psicológico y físico era el único que influía en la etapa I del sueño, por lo que ajustó el tiempo de duración de la etapa I. El resultado de la evaluación total fue que había una disminución significativa del tiempo de duración de la etapa REM del sueño y que ésta se debía exclusivamente a la presencia del ruido de tráfico.

Como se puede observar, tanto la presencia de ruido, como el grado de stress al cual han estado sometidos los individuos influyen negativamente en determinadas etapas del sueño, pero ambas variables afectan a etapas diferentes del sueño.

A manera de resumen, se puede decir que los factores intrínsecos al ruido que influyen en el sueño son: el nivel de intensidad, las fluctuaciones, el número de exposiciones, el tipo de ruido, y el tiempo de exposición al ruido. Así mismo, factores individuales como: la edad, las enfermedades, la sensibilidad individual al ruido, el stress psicológico y físico previo al período de sueño, y la irregularidad en las horas de dormir, juegan un papel fundamental en los efectos perturbadores ocasionados por el ruido. Estos efectos son, en general, los siguientes:

- A) Reducción significativa en la cantidad de sueño REM.
- B) Aumentos en la tasa cardíaca y en la presión sanguínea. Estos aumentos correlacionan positivamente con el nivel de intensidad del ruido presente durante el período de sueño.
- C) Incrementos en la frecuencia y en la duración temporal de los despertamientos durante el sueño.
- D) Cambios en los patrones de los movimientos corporales de las personas durante el período de sueño.
- E) Dificultades para conciliar el sueño.

Adicionalmente, la presencia de ruido durante el período de sueño tiene postefectos en las personas del tipo:

- A) Cansancio, irritabilidad y mal humor.
- B) Evaluación subjetiva de la calidad del sueño como pobre.
- C) Disminuciones en el nivel de rendimiento y alteraciones en los tiempos de reacción en las evaluaciones realizadas después de haber dormido bajo condiciones ruidosas.

Por otra parte, y en relación a los efectos del ruido intermitente comparado con los efectos del ruido continuo, ruidos intermitentes con 45 dBA de intensidad máxima provocan cambios en la intensidad del sueño e incrementos en el número de movimientos del cuerpo. Ruidos intermitentes con niveles de intensidad de 55 dBA máximo causan despertamientos durante la noche, aún cuando los resultados de los estudios de campo han mostrado que este efecto ocurre aún con niveles de intensidad de 45 dBA máxima. El ruido intermitente afecta, en especial, al sueño de onda corta (etapa III y IV), pero también puede afectar al sueño REM. En comparación, el ruido continuo con niveles de intensidad del orden de los 60 dBA afecta principalmente a la etapa REM del sueño, disminuyendo la profundidad del sueño.

Además del ruido, otro aspecto ambiental que también incide perjudicialmente sobre la cantidad y la calidad del sueño de las personas es la presencia de vibraciones. Los efectos de las vibraciones van en la misma dirección que los antes descritos del ruido, afectando principalmente a la etapa II del sueño y provocando disminuciones en el tiempo invertido en el sueño REM. Así mismo, la presencia de vibraciones durante el período en que las personas duermen ocasionan dificultades en la conciliación del sueño, hacen que el sueño sea percibido por los sujetos como de menor calidad, provocan incrementos en el número de veces que las personas se despiertan mientras duermen, y hacen que los sujetos se sientan más cansados al despertar que cuando duermen en ausencia de vibraciones. Sin duda alguna, las condiciones ambientales en las que se combinan la presencia de ruido y de vibraciones resultan mucho más perturbadoras que aquellas donde se presentan uno de estos dos factores estresantes pero no el otro. De hecho, en los casos en que las personas deben dormir bajo condiciones ambientales caracterizadas por la presencia de ruido y vibraciones se observan perturbaciones en el sueño incluso con niveles de intensidad inferiores a los 45 dBA.

4.- EL RUIDO Y LA PERDIDA AUDITIVA.

Está ampliamente aceptado que la consecuencia más importante de la exposición a altos niveles de intensidad del ruido laboral es el handicap auditivo provocado en los sujetos expuestos que ocasiona incapacidades sociales. No obstante, no hay un acuerdo unánime en cuanto a cómo debe ser definida y medida dicha incapacidad auditiva. De acuerdo con la Academia Americana de Otolaringología, el handicap es *un deficit suficiente para afectar la eficiencia de las personas en su vida cotidiana*. Esta definición es bastante ambigua y aunque, normalmente, se entiende como una reducción en la capacidad individual para entender la *palabra normal y corriente*, no hay acuerdo en qué se debe considerar como "palabra normal y corriente". Actualmente, la capacidad auditiva es valorada en términos de la capacidad de los sujetos para oír tonos puros, en particular los correspondientes a las frecuencias más importantes para la comprensión de la palabra: 500-4.000 Hz..

La pérdida de audición se mide por los niveles de umbral de audición, es decir, el número de decibelios que debe incrementarse la intensidad sonora de la señal para que sea oída, con relación a 0 dB de umbral de audición que es el nivel sonoro que puede ser captado por un oído que, presumiblemente, no haya estado nunca afectado por algún agente perjudicial. Por tanto, el handicap auditivo está definido en términos del número de decibelios para los que los niveles de umbral de audición sobrepasan el límite inferior de una línea empírica que, en teoría, separa a las personas que no tienen dificultades para entender una conversación de aquellas que tienen alguna dificultad.

Cuando la exposición al ruido sobrepasa ciertos niveles de intensidad se pueden observar alguno de los siguientes trastornos del funcionamiento auditivo del ser humano:

1.- **Trauma Sonoro Agudo**, definido como la alteración auditiva que resulta de la exposición breve o instantánea a un ruido de tal intensidad que la energía física sobrepasa los límites fisiológicos de las estructuras del oído, produciéndose en ellas lesiones irreversibles. El síntoma principal de este trastorno es la hipoacusia.

2.- **Desplazamiento Temporal del Umbral de Audición**, definido como una elevación pasajera del nivel del umbral auditivo inducida por la exposición al ruido y que muestra una recuperación gradual y total después de que ha finalizado la exposición siempre y cuando no se repita la exposición al ruido. La valoración del desplazamiento temporal del umbral auditivo se hace comparando las audiometrías de los sujetos

antes y después de una exposición al ruido. En principio y de acuerdo con Delgado (1991), el valor del desplazamiento temporal del umbral auditivo, así como la frecuencia en que se produce y el tiempo de recuperación dependen del nivel de intensidad del ruido, del espectro de frecuencias y de la duración del periodo de exposición.

Según Sánchez (1989) y Delgado (1991), los ruidos más eficaces para producir elevaciones temporales del umbral auditivo son los caracterizados por altas frecuencias, observándose que la mayor alteración se presenta en las frecuencias de igual espectro que el ruido que provoca la elevación del umbral. Comparando el efecto del ruido continuo y el intermitente, se observa que los ruidos intermitentes provocan pérdidas menores que los continuos, y el oído puede recuperar parte de su audición en los periodos de descanso que propicia la intermitencia del ruido.

3.- Desplazamiento Permanente del Umbral de Audición o Trauma Sonoro Crónico. El fenómeno del desplazamiento temporal del umbral de audición se ve agravado seriamente por la exposición prolongada a ruidos con niveles de intensidad elevados. Cuando la exposición al ruido continúa durante muchos años, la recuperación al cesar la exposición es cada vez más lenta y parcial, llegándose a la situación de un desplazamiento del umbral permanente e irreversible. Los factores de riesgo más importantes son, en este caso, el nivel de intensidad del ruido, el tiempo de exposición, las patologías auditivas previas de los individuos, la edad, y la susceptibilidad individual.

La sordera producida por el ruido se caracteriza por ser de percepción, bilateral y simétrica. Está causada por lesiones cocleares y suele comenzar con una pérdida en el entorno de la frecuencia de 4.000 Hz. que, con el paso del tiempo, se va haciendo más acentuada en esta frecuencia y va alcanzando a las adyacentes. Según Delgado (1991), el deterioro correspondiente al entorno de la frecuencia de 4.000 Hz. se produce en los primeros 10 años de exposición, mientras que en el entorno de la frecuencia de 2.000 Hz. aparece entre los 25 y los 30 años de exposición al ruido. De acuerdo con Sánchez (1989), la evolución del trauma sonoro crónico se da en cuatro fases de la siguiente forma:

A) Fase Inicial, caracterizada por la presencia de los siguientes síntomas: irritación, falta de precisión en los trabajos delicados, sensación de irritabilidad, fatiga intelectual y física, y sensación de "oído aglomerado" tras la jornada laboral. En los estudios audiométricos se da una caída de unos 20 dB en la frecuencia de 4.000 Hz., y la sintomatología desaparece con el reposo o la supresión de la exposición al ruido.

B) Fase de Latencia Total, caracterizada por una sintomatología similar a la de la fase anterior, pero, debido a que el trabajador se acomoda al ruido, no le da mayor importancia a los síntomas. En el estudio audiométrico la pérdida a una frecuencia de 4.000 Hz.

alcanza los 40 dB o más y comienza a ser patente una ligera pérdida en la frecuencia de 2.000 Hz..

C) Fase de Latencia Subtotal, en la cual el síntoma más importante es que el registro audiométrico muestra una caída en todas las frecuencias de forma especialmente intensa en la frecuencia de 4.000 Hz..

D) Período Terminal de Sordera Manifiesta, en esta fase aparece una clara e irreversible pérdida auditiva en todas las frecuencias.

En los gráficos 23, 24, 25 y 26 se puede ver la evolución de una sordera inducida por la exposición al ruido. Los gráficos 23 y 24 muestran una pérdida para las altas frecuencias pero que no alcanza a las frecuencias conversacionales, probablemente, en estos casos la persona afectada sufriese de trastornos auditivos como zumbidos, cefaleas, etc., y no se percatase de su situación. En contraposición, en los gráficos 25 y 26 se ve como, con el paso del tiempo, las frecuencias conversacionales comienzan a verse afectadas dando lugar a una incapacidad para la percepción correcta de las palabras.

Generalmente, está aceptado que una pérdida superior a 25 dB como media en las frecuencias conversacionales (500. 1.000, 2.000 Hz.) crea un problema social para las personas que sufren tal pérdida. El cuadro siguiente muestra la relación entre diferentes pérdidas auditivas y la mayor o menor dificultad de las personas para entender la palabra como resultado de dichas pérdidas.

NIVEL DE AUDICION.	CAPACIDAD PARA ENTENDER LA PALABRA.	HANDICAP AUDITIVO.
Menos de 25 dB	Sin Dificultad.	Ninguno
25 - 40 dB	Dificultad para conversar en voz baja.	Ligero
40 - 55 dB	Dificultad en conversaciones normales.	Moderado
55 - 70 dB	Dificultad incluso hablando en voz alta.	Marcado
70 - 90 dB	La palabra se entiende sólo gritando o con amplificación.	Severo
Más de 90 dB	Sordera total.	Extremo

GRAFICO 23

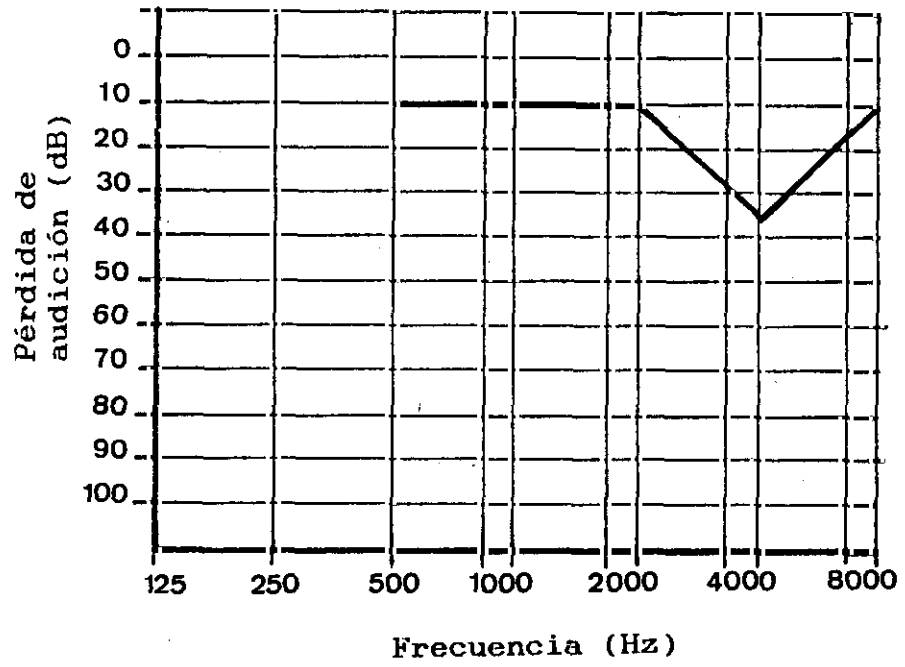


GRAFICO 24

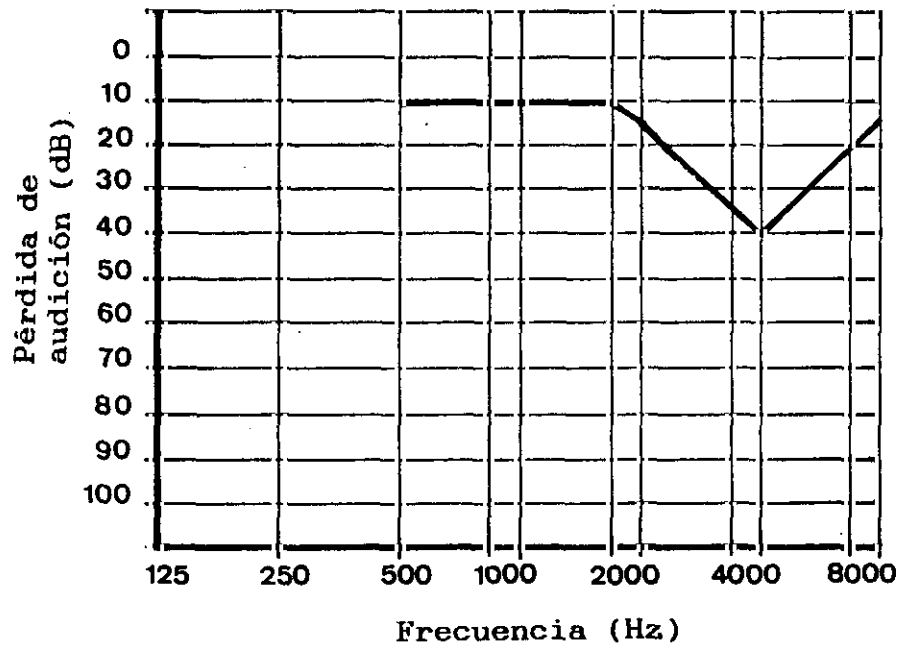


GRAFICO 25

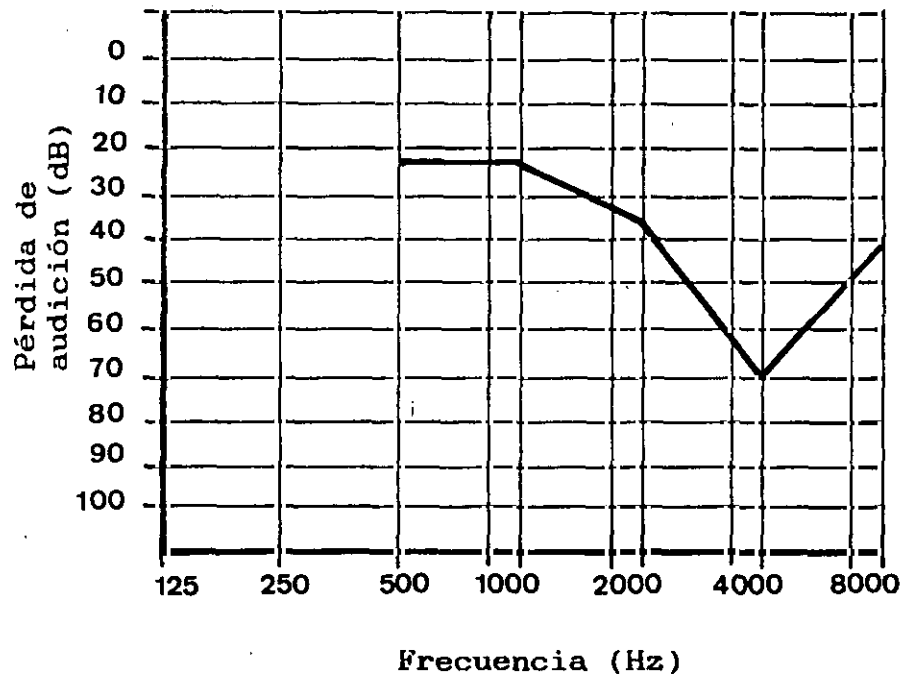
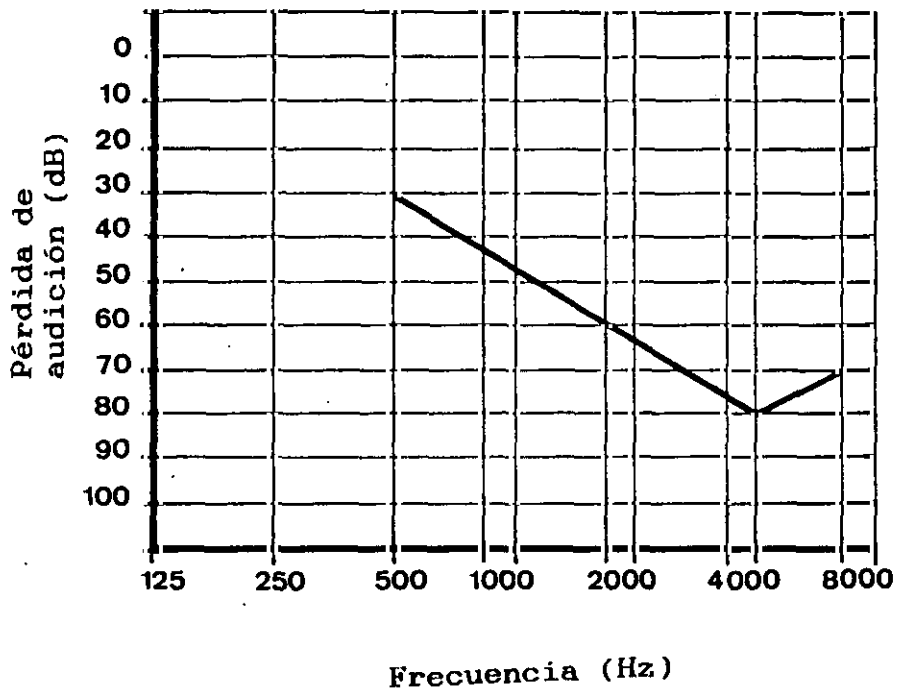


GRAFICO 26



Con objeto de valorar los efectos de la exposición al ruido laboral sobre la capacidad auditiva de los trabajadores, García y García (1989) realizaron un estudio de campo en el que los autores establecieron tres grupos de sujetos, en función del nivel de intensidad del ruido al que estaban sometidos, y del tipo de trabajo que los sujetos desempeñaban. Los grupos resultantes fueron los siguientes:

A) Exposición baja: nivel sonoro medio de 60 dBA. Incluye trabajadores administrativos, encargados de la limpieza, agricultores, dependientes de comercio, etc..

B) Exposición media: Nivel sonoro medio de 70 dBA. Incluye albañiles, conductores, panaderos, ceramistas, etc..

C) Exposición elevada: Nivel sonoro medio de 80 dBA o superior. Incluye obreros de las industrias metalúrgicas, fábricas de hormigón, talleres de reparación, etc..

Para cada sujeto se realizó una audiometría liminar por vía aérea empleándose niveles sonoros mínimos de 25 dB para las frecuencias de 250, 500, 1.000, 2.000, y 4.000 Hz., y de 15 dB para la frecuencia de 8.000 Hz..

Los resultados de este estudio pusieron de manifiesto que las pérdidas auditivas eran mayores a medida que aumentaba el nivel de intensidad del ruido en el lugar de trabajo, a partir de la frecuencia de 2.000 Hz.. Observándose que, sistemáticamente, estas pérdidas auditivas eran mayores para el oído izquierdo que para el derecho (Ver tabla 34).

Adicionalmente, los datos recogidos mostraron que la capacidad auditiva de los sujetos disminuía con la edad y, cuando al factor envejecimiento se le superponía el del nivel de intensidad de la exposición al ruido, las pérdidas auditivas eran mucho más acusadas. Esta disminución de la capacidad auditiva debida a la edad se hacía manifiesta, especialmente, en el rango de las altas frecuencias.

INTENSIDAD	FRECUENCIA Hz.	PERDIDA AUDITIVA (dB)	
		OIDO IZQ.	OIDO DER.
BAJA	250	31,9	31,0
	500	29,3	28,3
	1.000	28,7	27,8
	2.000	30,5	28,3
	4.000	38,2	35,2
	8.000	26,9	25,0
MEDIA	250	31,6	31,0
	500	29,7	28,5
	1.000	29,4	27,8
	2.000	31,5	28,9
	4.000	42,8	40,1
	8.000	29,7	28,4
ELEVADA	250	31,8	31,4
	500	29,5	28,9
	1.000	29,2	28,4
	2.000	33,3	31,6
	4.000	49,3	46,0
	8.000	32,2	29,5

TABLA 34: Pérdidas auditivas medias en función del nivel de intensidad del ruido laboral, para cada frecuencia evaluada y para cada oído.

Estos resultados coinciden, en general, con los hallados por Gupta, Jain y Bansal (1988). Estos autores evaluaron la pérdida auditiva inducida por el ruido en una muestra de 445 trabajadores provenientes de distintas industrias (textil, producción en serie, forja, y producción de zapatos). En cada una de las industrias seleccionadas se registraron, para los sonidos impulsivos, los niveles límites pico, el impulsivo, y el impulsivo límite; y para los sonidos continuos se registraron los niveles de intensidad en dBA, siendo los niveles de ruido a los cuales estaban expuestos los trabajadores los siguientes:

INDUSTRIA	TIPO DE RUIDO	NIVEL DE INTENSIDAD DEL RUIDO (dBA)
TEXTIL	CONTINUO	88 - 98
SERIE	CONTINUO	87 - 96
	INTERMITENTE	118 (Impulso) 133 (Pico)
FORJA	INTERMITENTE	119 (Impulso) 139 (Pico)
ZAPATOS	INTERMITENTE	103 (Impulso) 119 (Pico)

A cada uno de los sujetos pertenecientes a la muestra y que no presentaban ninguna enfermedad en los oídos se les realizó una audiometría y fueron agrupados en cinco grupos en función de la edad: 15-20; 20-25; 25-30; 30-35; y 35-40 años. El deterioro auditivo debido al ruido fue calculado mediante la diferencia entre los valores de umbral normales y los obtenidos en los distintos grupos de edad muestreados.

La configuración de los audiogramas mostró que la pérdida auditiva inducida por el ruido laboral estaba en función del nivel de intensidad del ruido, del tiempo de duración de la exposición, y de la frecuencia. Los resultados pusieron de manifiesto que el mayor deterioro se daba en el rango de las altas frecuencias (3-8 KHz.). En este rango, el deterioro varió desde 20 dB, para una exposición al ruido de uno a tres años, hasta 40 dB para un tiempo de exposición de 11 a 13 años. En el rango de 1 a 3 KHz. de frecuencia, el deterioro aumentó con la frecuencia y con el tiempo de duración de la exposición. En el rango de 0,25 a 2 KHz., el deterioro fue superior a los 20 dB aún en el grupo que tenía un tiempo de exposición corto (uno a tres años), y este deterioro aumentaba cuando lo hacía el tiempo de exposición.

Continuando dentro de esta línea de investigación, Merluzzi, Orsini, Dighera y Olmi (1988) evaluaron el posible riesgo de pérdida auditiva inducida por el ruido laboral en 698 trabajadores de aeropuertos. Como resultado de las mediciones de los niveles de ruido, durante un período de tres semanas, los autores clasificaron las áreas de trabajo en cuatro grupos:

- A) Area 1: cercana a los aviones, con L_{eq} promedio de 94,6 dBA.
- B) Area 2: parking vacío, con L_{eq} promedio de 82,3 dBA.
- C) Area 3: dentro del avión parado, con L_{eq} promedio de 85,8 dBA.
- D) Area 4: dentro de los vehículos de carga, con L_{eq} promedio de 89,5 dBA.

Así mismo, se identificaron cuatro tipos de trabajos distintos, calculándose los niveles de exposición al ruido al que estaban sometidos los trabajadores durante un período de ocho horas de trabajo:

- A) Trabajo 1: trabajo en la zona de carga/descarga de equipaje. Nivel promedio de intensidad de la exposición al ruido: 91,8 dBA.
- B) Trabajo 2: trabajo en la limpieza dentro de los aviones. Nivel promedio de intensidad: 86,2 dBA.
- C) Trabajo 3: conducción de vehículos. Nivel promedio de exposición al ruido: 90,3 dBA.
- D) Trabajo 4: trabajo dentro del edificio del aeropuerto. Nivel promedio de exposición al ruido: 88,4 dBA.

Con objeto de cuantificar el grado de pérdida auditiva inducida por el ruido, los autores emplearon el sistema de clasificación de Merluzzi et al. (1979 cp: Merluzzi, Orsini, Dighera y Olmi, 1988). Este sistema permite evaluar los umbrales auditivos globalmente e indicarlo con un número simple de la siguiente manera:

- A) CERO = Audición normal: umbrales para todas las frecuencias iguales o menores a 25 dB de pérdida auditiva.
- B) UNO = Pérdida auditiva muy ligera: solamente el umbral para la frecuencia de 4.000 Hz. es superior a 25 dB de pérdida auditiva.
- C) DOS, TRES, CUATRO y CINCO = Pérdida auditiva inducida por ruido: umbrales superiores a 25 dB para frecuencias de 3 y 4 KHz. (dos), para frecuencias de 2, 3, y 4 KHz. (tres), para frecuencias de 1, 2, 3, y 4 KHz. (cuatro), y para frecuencias de 0,5, 1, 2, 3, y 4 KHz. (cinco).
- D) SEIS = Pérdida auditiva debida al ruido y a otras causas, sin indicación de importancia.
- E) SIETE = Pérdida auditiva no proveniente del ruido.

Los resultados de este estudio mostraron que no había diferencias significativas en cuanto al grado de pérdida auditiva como función de la edad de los sujetos, entre el grupo de trabajadores que no estaban expuestos a ruido antes de comenzar la jornada laboral y el grupo de trabajadores examinado, pero había claras diferencias entre el grado de pérdida auditiva de estos dos grupos y el grupo control conformado por trabajadores que nunca estaban expuestos al ruido laboral. Observándose que los trabajadores del aeropuerto tenían una audición peor que los que no estaban expuestos al ruido ocupacional. Estas diferencias crecían con la edad de los sujetos. Adicionalmente, se observó que el porcentaje de casos con pérdidas auditivas aumentaba en el grupo de sujetos que llevaban más de 10 años trabajando en los aeropuertos (Ver tabla 35).

CLASE DE AUDICION	ANOS TRABAJANDO	
	MENOS DE 10 ANOS	MAS DE 10 ANOS
Normal	81,4%	41,0%
Pérdida Ligera	8,7%	25,9%
Pérdida debida al ruido en frecuencias de 3 y 4 KHz.	2,2%	16,0%
Pérdida debida al ruido en frecuencias de 2, 3 y 4 KHz.	0,8%	2,0%
Pérdida debida al ruido en frecuencias de 0,5 a 4 KHz.	-	3,6%
Pérdida debida al ruido y a otras causas	6,5%	10,8%

TABLA 35: Porcentaje de trabajadores que sufren pérdida auditiva en función del tiempo trabajando en el aeropuerto.

En cuanto a la relación entre tipo de trabajo realizado y pérdida auditiva, se halló que los sujetos del trabajo 1 tenían una audición mejor, aún cuando ellos estaban expuestos a los más altos niveles de intensidad del ruido. A diferencia de esto, la mayoría de los casos de pérdida auditiva debida al ruido laboral se registraron entre los trabajadores del trabajo 4 (Ver tabla 36). Estos resultados, aparentemente contradictorios con lo esperado, probablemente se debían a que había un alto índice de rotación laboral, y a que muchas de

las personas que de jóvenes empezaban trabajando en las zonas del aeropuerto más ruidosas terminaban, con el paso del tiempo, trabajando dentro del edificio del aeropuerto.

CLASE DE AUDICION	TIPO DE TRABAJO			
	1	2	3	4
Normal	66,0%	60,0%	45,0%	40,0%
Pérdida Ligera	11,0%	13,0%	30,0%	17,0%
Pérdida debida al ruido en frecuencias de 3 y 4 KHz.	7,0%	10,0%	12,5%	14,0%
Pérdida debida al ruido en frecuencias de 2,3 y 4 KHz	2,0%	4,0%	0,6%	3,0%
Pérdida debida al ruido en frecuencias de 0,5 a 4 KHz	1,3%	1,0%	2,5%	6,0%
Pérdida debida al ruido y a otras causas.	12,7%	12,0%	8,8%	20,0%

TABLA 36: Porcentaje de trabajadores que sufren pérdida auditiva en función del tipo de trabajo que realizaban en el momento de la recolección de datos.

Ivarson y Arlinger (1988) investigaron el grado de pérdida auditiva en los trabajadores de varias industrias y en qué medida la pérdida auditiva se relaciona con el paso del tiempo y con el uso o no de protectores auditivos por parte de los sujetos. Los sujetos seleccionados para este estudio fueron: ingenieros forestales, empleados de una fábrica de sierras y carpinteros.

En relación a la audición de los ingenieros forestales (N=260), se calculó el valor medio de los umbrales auditivos para las frecuencias de 3, 4, y 6 KHz., en tres períodos de tiempo: 1978-79, 1981-82, y 1984-85. Los resultados reflejaron que entre los sujetos de 40 a 49 años de edad, el oído izquierdo era claramente peor que el derecho. Observándose que los umbrales auditivos para el oído derecho no diferían significativamente de los umbrales auditivos control obtenidos de las normas ISO/DIS 1999.2, aún cuando los umbrales de los sujetos evaluados eran entre 5 y 10 dB peores que los control.

Un examen más detallado puso de manifiesto que en una de las regiones estudiadas los umbrales auditivos, tanto para el oído izquierdo como para el derecho, eran peores que en el resto de las regiones. Una posible explicación de estas diferencias entre regiones es el hecho de que, en la región donde los trabajadores tenían los peores umbrales, el 69% de las personas entre los 40 y los 49 años, y el 55% de los sujetos entre 50 y 59 años afirmaban que ellos estaban expuestos al ruido durante sus períodos de tiempo libre. Por el contrario, en las regiones donde los umbrales auditivos de los trabajadores eran mejores, el porcentaje de personas que afirmaban estar expuestas a ruido en su tiempo libre era considerablemente menor: 10% para las personas de 40 a 49 años, y 15% para las personas de 50 a 59 años.

El gráfico 27 muestra la diferencia entre los umbrales auditivos medios del oído izquierdo registrados por estos autores en la primera evaluación audiométrica de los ingenieros forestales (año: 1979) y en la tercera evaluación (año: 1985), en función de la edad de los sujetos evaluados.

En cuanto a la audición de los empleados de la fábrica de sierras, se observó que había pocas diferencias entre las curvas de los umbrales auditivos obtenidas en dos períodos de tiempo diferentes (71-78, y 79-86) para el grupo de sujetos con edades entre 50 y 59 años. A diferencia de esto, los resultados obtenidos en el grupo de edad de 40 a 49 años mostraron que en el último período de evaluación, los audiogramas de los sujetos eran claramente mejores que en el primer período de evaluación (Ver gráficos 28 y 29). Una posible explicación de esto es que los trabajadores más viejos podían haber estado expuestos a ruidos azarosos cuando eran jóvenes, debido a que en esta época los protectores auditivos no estaban a disposición de los empleados. En contraposición, los trabajadores más jóvenes en el período de 1979 a 1986 tenían fácil acceso a los protectores adecuados. De hecho, analizando el porcentaje de trabajadores que afirmaban usar protectores auditivos en los dos períodos de evaluación, se observó que los empleados de la fábrica de sierras usaban con más frecuencia los protectores en el segundo período de evaluación que en el primero, y que este incremento en el uso de protectores auditivos era más marcado en el grupo de trabajadores más jóvenes (Ver tabla 37).

PERIODO DE EVALUACION	EDAD DE LOS SUJETOS			
	30-39	40-49	50-59	>60
1971-1978	70%	73%	75%	76%
1979-1986	88%	78%	85%	84%

TABLA 37: Porcentaje de trabajadores de la fábrica de sierras que afirmaban usar protectores auditivos en los dos períodos de evaluación y en función de la edad de los sujetos.

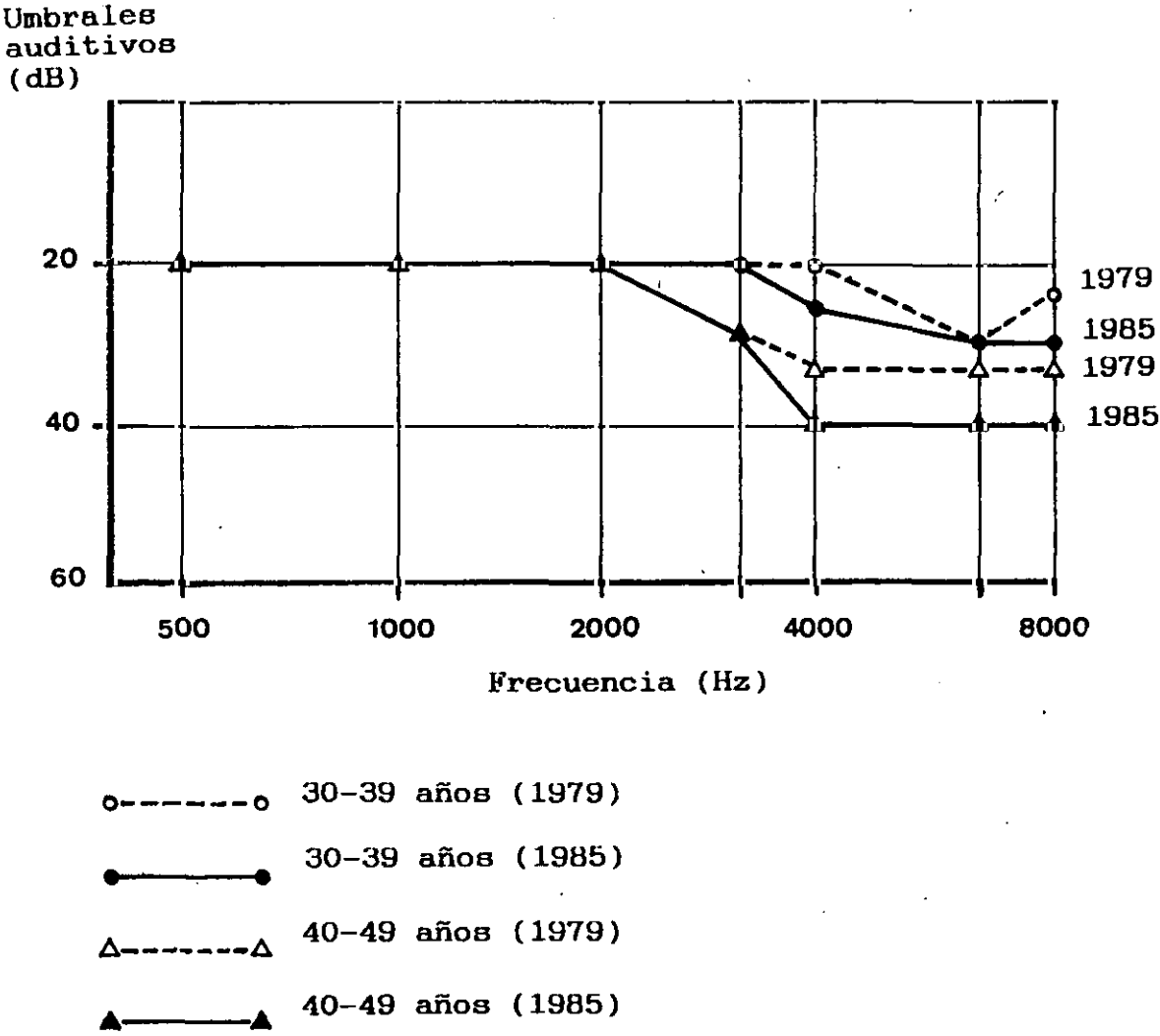


GRAFICO 27: Umbrals auditivos medios de los ingenieros forestales en la primera y última evaluación, y en función de la edad de los sujetos.

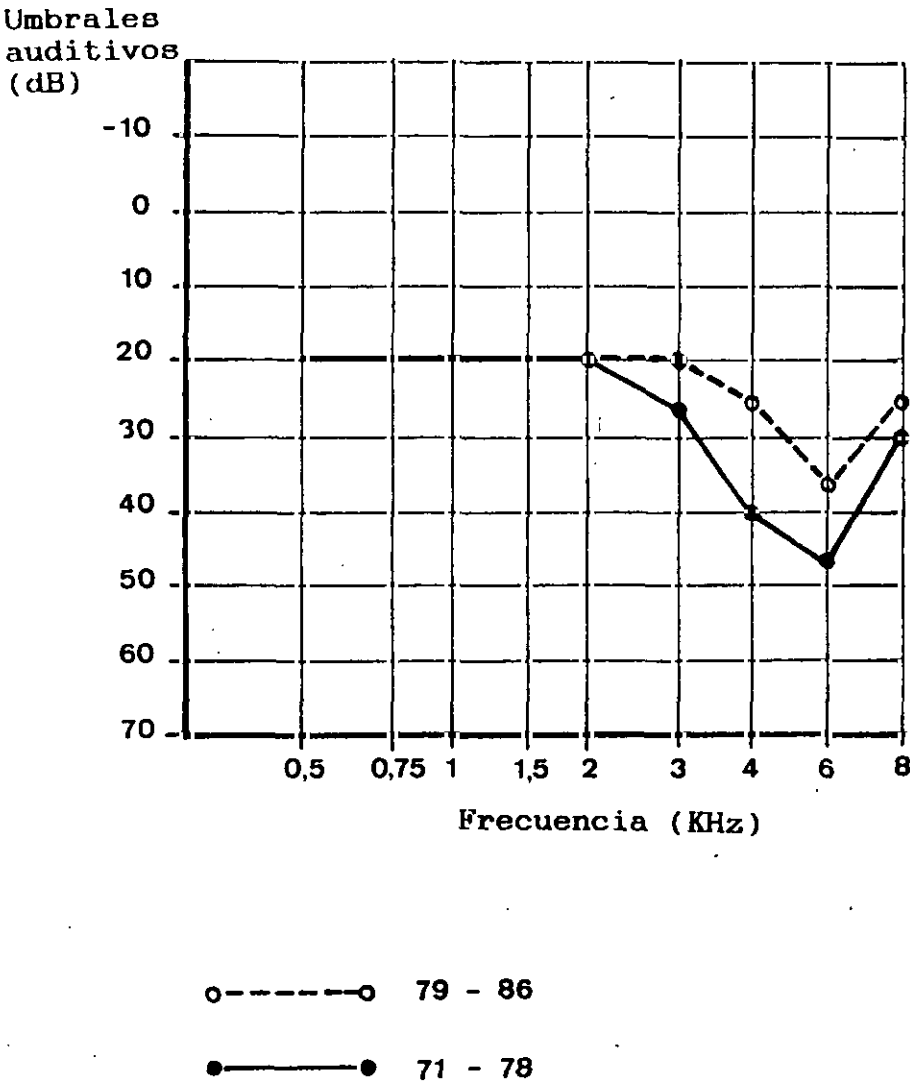


GRAFICO 28: Umbrals auditivos medios de los empleados de la fábrica de sierras más jóvenes (edad: 40-49 años) en los dos períodos de evaluación.

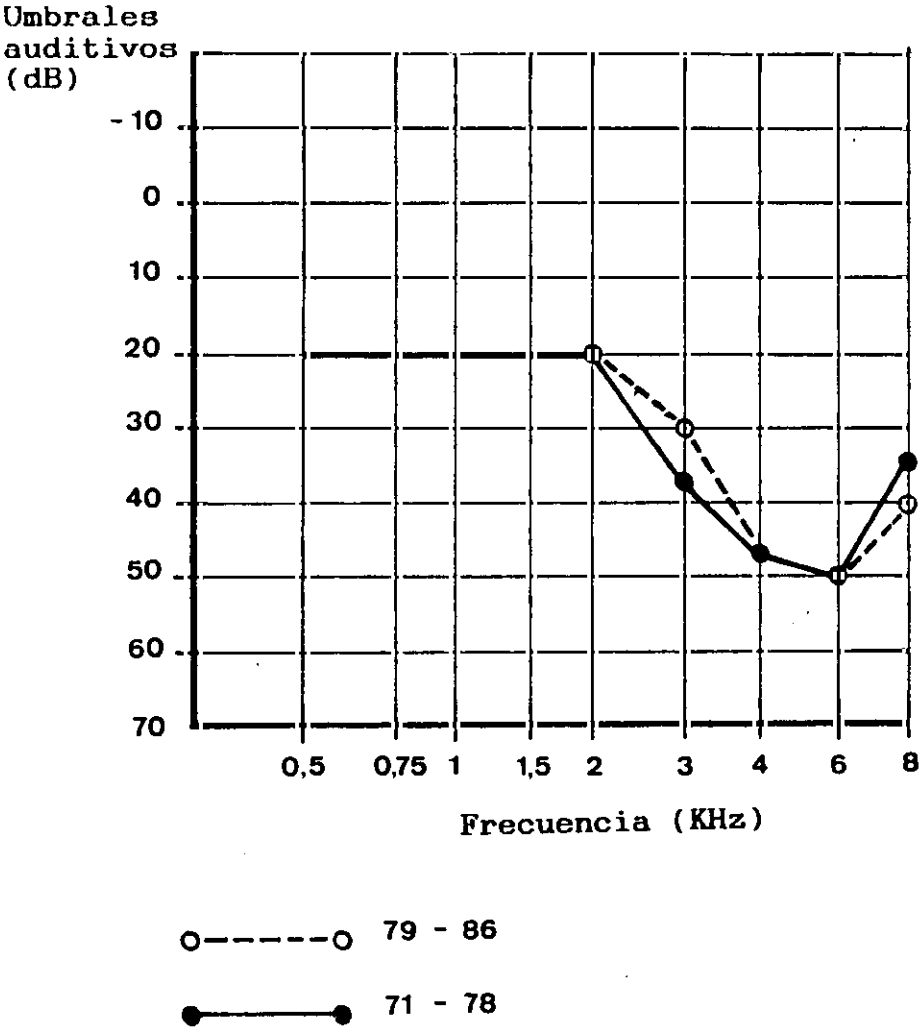


GRAFICO 29: Umbrals auditivos medios de los empleados de la fábrica de sierras más viejos (edad: 50-59 años) en los dos períodos de evaluación.

Haciendo referencia a la audición de los carpinteros (N=62), los resultados mostraron que sus audiogramas para ambos oídos en el período de evaluación de 1971 a 1974 coinciden con los datos control obtenidos de las normas ISO/DIS 1999.2, mientras que sus audiogramas en el período de evaluación de 1984 a 1988 para el oído izquierdo eran significativamente peores que los control, pero para el oído derecho los audiogramas eran comparables con los control.

En todas estas investigaciones se ha venido haciendo referencia a una relación entre edad y pérdida auditiva, pero la causa de esta relación no parece estar demasiado clara. En este sentido, Plester (1962 cp: Gruber, 1988) concluyó que una parte de la relación entre edad y pérdida auditiva observada en las sociedades industrializadas se debe a la exposición de las personas al ruido ambiental o socioacusia.

En 1988, Gruber publicó una investigación de campo en la que comparó la pérdida auditiva, como función de la edad de los sujetos, en poblaciones rurales y urbanas. El resultado más importante de esta investigación fue que no hubo diferencias entre la pérdida auditiva de los sujetos en la población urbana y las rurales en el grupo de sujetos de mayor edad para las frecuencias de 12 KHz., pero que estas diferencias sí eran significativas para las frecuencias más susceptibles a la influencia del ruido, a saber: 2 y 4 KHz.. Observándose una pérdida auditiva alta en el grupo de sujetos que vivían en las poblaciones urbanas. En el grupo de jóvenes (15-24 años) se observaron desviaciones significativas del umbral de audición normal a 4 y 6 KHz., tanto en las mujeres provenientes de poblaciones urbanas como en las provenientes de poblaciones rurales, no observándose diferencias entre ellas y los hombres urbanos.

Como se puede ver, la pérdida auditiva debida a la exposición a un medio ambiente ruidoso existe en aquellas frecuencias susceptibles al ruido (2 y 4 KHz.), mientras que las pérdidas auditivas para las altas frecuencias parecen deberse solamente a la edad de los sujetos.

Estudiando las relaciones entre ruido industrial, socioacusia y pérdida auditiva, Vaccari y Precerutti (1988), observaron que examinando sólo la pérdida auditiva de los sujetos debida a la exposición al ruido laboral (Deficit total menos Deficit socioacústico a distintas edades y para diferentes frecuencias) esta pérdida no difería significativamente de las previsiones hechas en las recomendaciones ISO 1999 de 1971, mientras que el total de pérdida auditiva aumentaba significativamente como consecuencia del deficit socioacústico debido principalmente a la polución acústica extraprofesional.

En un análisis posterior realizado en los lugares de residencia de los sujetos evaluados, los autores observaron que la ausencia de períodos de tiempo libres del ruido después de que los sujetos habían estado expuestos al ruido laboral provocaba deficiencias cocleares temporales y daños auditivos severos, independientemente de la duración de la exposición al

ruido laboral. Esta tendencia a que los sujetos que en sus periodos de tiempo libre están expuestos al ruido sufran más daños auditivos que aquellos que no lo están ha sido también sugerida en el análisis de los resultados obtenidos por Ivarson y Erlinger (1988) y de ahí la importancia de disminuir la cantidad y la intensidad de las exposiciones al ruido urbano.

Todos los resultados expuestos hasta este momento indican, en general, que la exposición al ruido laboral y extralaboral provoca en el ser humano pérdidas auditivas cuya severidad depende del nivel de intensidad del ruido, del tiempo de duración de la exposición, de la frecuencia y de la edad de los sujetos. No obstante, no todos los investigadores coinciden con estas conclusiones. Así, por ejemplo, Delin (1988 b), estudiando la capacidad auditiva del personal de una sala de máquinas de un barco expuestos a un nivel de intensidad entre 75 y 85 dB en la sala de control, y entre 100 y 115 dB en la sala de máquinas, durante el período 1976-1987, halló que al final de este período sólo el 14,3% de los trabajadores evaluados presentaban deterioros en su capacidad auditiva (pérdida auditiva moderada o severa), mientras que el 23% no presentaban deterioro alguno.

4.1.- OTRAS VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA RELACION OBSERVADA ENTRE RUIDO Y PERDIDA AUDITIVA.

Llegado este punto, es importante mencionar que hay otro conjunto de variables, no directamente vinculadas a las características físicas del ruido, que pueden influir en la relación observada entre pérdida auditiva y exposición al ruido. Estas variables están relacionadas con características psicológicas de los sujetos expuestos al ruido, tales como: la percepción subjetiva del ruido ambiental, la sensibilidad individual al ruido, etc.. En este sentido, investigaciones recientes muestran que factores tales como la adecuación física, el stress y las actitudes de las personas hacia los sonidos pueden contribuir a los desplazamientos temporales del umbral auditivo. Lindgren y Axelsson (1983) apuntan que en investigaciones por ellos realizadas se evidenciaba que los músicos de pop presentaban menos cambios temporales del umbral auditivo que aquellos sujetos que escuchaban el concierto, independientemente del hecho de que los músicos también estuviesen expuestos a los altos niveles de intensidad del sonido.

Con el objetivo de determinar las posibles diferencias individuales en los desplazamientos temporales del umbral auditivo, después de exposiciones repetidas a un ruido no-informativo y a la música, Lindgren y Axelsson (1983) llevaron a cabo un estudio en el cual, el nivel de presión sonora continuo equivalente, las variaciones en los niveles de presión sonora, y los niveles de presión sonora máximos y mínimos eran idénticos para el ruido no-informativo (generado electrónicamente) y para la música.

En este experimento, los autores usaron como base para generar los dos sonidos experimentales una selección de música grabada en un concierto de pop, monitoreando su distribución de frecuencias, la distribución de los niveles de presión sonora y las variaciones en los niveles de presión sonora. La exposición no-informativa fue creada mediante un alimentador de música a través de un filtro de banda ancha con el objetivo de obtener una señal eléctrica con las mismas características que la música grabada en cada banda de octava.

Cada sujeto fue expuesto, en orden aleatorio, a cinco ocasiones de ruido no-informativo y a cinco de música. Todos los sujetos muestrales tenían una audición normal (menos de 20 dB de pérdida auditiva en todas las frecuencias) en el rango de frecuencias de 250 a 8.000 Hz.. Los sujetos fueron expuestos, en cada sesión, a un nivel de presión sonora equivalente de 106 dBA. En cada sesión se determinó el umbral auditivo pre y post-exposición de cada sujeto en el oído izquierdo, y en el rango de frecuencias de 1.000 a 8.000 Hz.. El cambio en el umbral fue calculado como el cambio en decibelios entre los umbrales auditivos pre y post exposición.

El análisis de los datos del cambio temporal del umbral auditivo reveló que las frecuencias más sensibles a este cambio eran las de 4.000 a 6.000 Hz. para el ruido no-informativo, y las de 4.000 a 5.000 Hz. para la música. Sin embargo, las diferencias individuales fueron pronunciadas. Los análisis individuales mostraron una marcada diferencia en la media de los cambios temporales del umbral entre los dos estímulos sonoros para seis sujetos (N=10), mientras que en cuatro sujetos estas diferencias eran muy pequeñas. En todos los casos en que se observaron diferencias, estas fueron debidas a un mayor cambio del umbral auditivo después de la exposición al ruido no-informativo. Los autores consideraron que esta diferencia en la susceptibilidad del desplazamiento del umbral auditivo está causada por factores psicológicos, tales como la experiencia subjetiva de los individuos frente al ruido versus la experiencia subjetiva de los individuos frente a la música. Así, sonidos de alta intensidad experimentados por los sujetos como no deseables, displacenteros e innecesarios pueden provocar una mayor pérdida auditiva que aquellos sonidos con igual intensidad, pero con un contenido emocional positivo.

Haciendo referencia a la relación entre sensibilidad individual al ruido y pérdida auditiva, Stanfeld, Clark, Turpin, Jenkins y Tarnopolsky (1985) en su investigación sobre sensibilidad al ruido, registraron los umbrales auditivos en ambos oídos para las frecuencias de 0,5; 2; 4; 6; y 8 KHz. de varios grupos de sujetos que diferían en su sensibilidad al ruido. Así mismo, determinaron el nivel de sonoridad no-confortable para ambos oídos, usando un tono de 2 KHz. que se elevaba en pasos de 5 dB a partir de un nivel de intensidad inicial de 50 dB, y determinaron las estimaciones que los sujetos hacían de la sonoridad de varios tonos con frecuencia de 2 KHz. que diferían en el nivel de intensidad: 20, 35, 50, 65, 80, y 95 dB.

Los resultados mostraron que, en primer lugar, no había asociación alguna entre el umbral auditivo de los distintos grupos de sujetos y la sensibilidad al ruido medida a través del Mc Kennell y el autoreporte. Esto sugiere que la sensibilidad al ruido no puede ser considerada simplemente como sinónimo de la agudeza auditiva. No obstante, deterioros serios en la audición, necesariamente, repercutirán en una reducción de la sensibilidad al ruido.

En segundo lugar, y en cuanto al nivel de sonoridad no-confortable, los resultados reflejaron que la asociación entre el nivel de sonoridad considerado por los sujetos como no-confortable y la sensibilidad al ruido no era significativa.

En tercer lugar, los autores habían predicho que los sujetos con alta sensibilidad al ruido evaluarían a los tonos de prueba como más sonoros que los sujetos con baja sensibilidad al ruido. En este sentido, los resultados pusieron de manifiesto que los sujetos con alta sensibilidad al ruido, medida a través del autoreporte, evaluaban a los tonos de alto nivel de intensidad (65, 80 y 95 dB) como más sonoros, y a los de baja intensidad (20 dB) como más suaves que los sujetos con baja sensibilidad al ruido. Esta diferencia puede reflejar el hecho de que los sujetos con alta sensibilidad al ruido presentan un incremento de la atención que prestan al estímulo sonoro. Estos sujetos parecen mostrar una mayor discriminación perceptiva en cuanto a la importancia del estímulo sonoro.

4.2.- PERDIDA AUDITIVA Y COMUNICACION VERBAL.

A uno de los mayores problemas con que se enfrentan las personas que sufren de pérdida auditiva, independientemente de que sea o no consecuencia de la exposición previa al ruido, es la dificultad que tienen para reconocer adecuadamente la información transmitida oralmente. En este sentido, los resultados experimentales parecen indicar que, en general, los sujetos que presentan deterioros a nivel auditivo tienen serios problemas para comunicarse oralmente. Esta dificultad se hace aún mayor si, como es habitual, el proceso de comunicación se da en ambientes ruidosos.

Nabelek (1988 cp: Harris y Swenson, 1990) investigó la habilidad de los sujetos que sufrían diversos grados de pérdida auditiva sensorioneural en una tarea de identificación de vocales cuando los sujetos tenían que trabajar bajo condiciones de ruido y de reverberación. Los resultados de este estudio indicaron que bajo condiciones de ruido todos los sujetos rendían significativamente peor que bajo las condiciones de reverberación y de silencio, independientemente del grado de pérdida auditiva que tuviesen. Pero, bajo las condiciones de reverberación y de silencio solamente los sujetos que presentaban una gran pérdida auditiva rendían peor que el resto de los sujetos. No obstante, el autor no determinó el efecto que tiene presentar una condición combinada de ruido y reverberación sobre el rendimiento de los

sujetos en tareas de identificación del lenguaje.

Harris y Swenson (1990) realizaron un estudio experimental en el que su principal objetivo fue analizar los efectos del ruido, de la reverberación y de la combinación de estos dos factores sobre la habilidad de los sujetos con pérdida auditiva sensorineural para reconocer el lenguaje.

En este experimento participaron tres grupos de sujetos que diferían en el grado de pérdida auditiva que presentaban: un grupo de sujetos tenía una audición normal (edad promedio: 24,2 años), uno con deterioro auditivo sensorineural medio (edad promedio: 41,0 años), y el otro con deterioro auditivo sensorineural de moderado a severo (edad promedio: 39,2 años).

El reconocimiento del lenguaje fue medido en silencio y en presencia de un ruido de lenguaje con una tasa señal/ruido de 10 dB en cada una de tres condiciones ambientales, denominadas: sala de sonido, sala de reverberación con tiempo de reverberación de 0,54 segundos, y sala de reverberación con tiempo de reverberación de 1,55 segundos. Los dos tiempos de reverberación utilizados fueron seleccionados en base a los resultados de un estudio piloto según el cual, para sujetos con audición normal, el tiempo de 0,54 segs. tenía efectos mínimos sobre el reconocimiento del lenguaje, y el tiempo de 1,55 segs. tenía efectos ligeramente más pronunciados sobre el reconocimiento del lenguaje.

Los sujetos recibían diferentes listas de 50 palabras cada una en las seis condiciones de audición resultantes de la combinación de las tres condiciones ambientales, el silencio y el ruido de lenguaje. De esta forma, en cada condición ambiental (sonido, reverberación 0,54 segs., y reverberación 1,55 segs.) los sujetos escuchaban una lista de palabras en silencio y una en presencia del ruido de lenguaje. Las listas de palabras eran presentadas a través de altavoces con un nivel de intensidad de 40 dB para los sujetos con audición normal, y con el nivel de intensidad considerado como el más confortable para los dos grupos de sujetos con deterioro auditivo, determinado a través de la técnica sugerida por Kopra y Blosier (1968 cp: Harris y Swenson, 1990).

El análisis de los resultados puso de manifiesto que el reconocimiento del lenguaje decrecía a medida que el ruido y/o el tiempo de reverberación aumentaba. Adicionalmente, la habilidad para reconocer adecuadamente el lenguaje era menor a medida que el deterioro auditivo de los sujetos aumentaba. Específicamente, el rendimiento en reconocimiento del lenguaje del grupo con deterioro auditivo medio y bajo la condición de silencio era similar al obtenido por el grupo de sujetos con audición normal cuando trabajaban con ruido. Por otra parte, el rendimiento del grupo con deterioro moderado-severo y bajo la condición de silencio era similar al obtenido por los sujetos con pérdida media cuando estaban bajo la condición de ruido. Las relaciones obtenidas entre nivel de pérdida auditiva, condiciones de audición y rendimiento se muestran en

el gráfico 30.

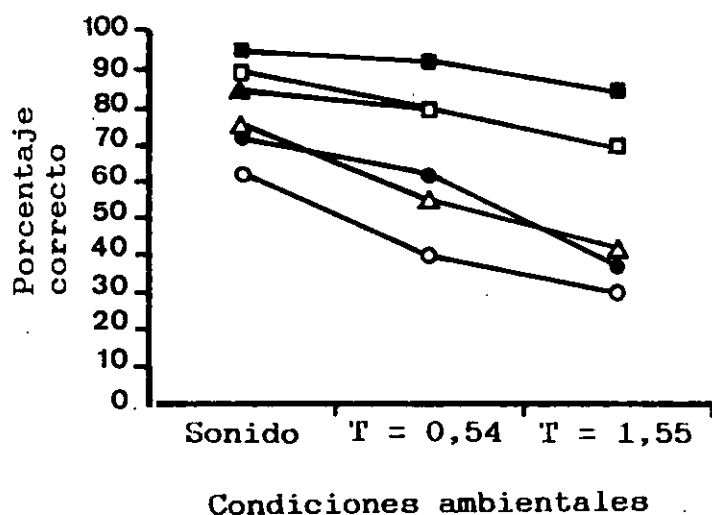
Comparando el rendimiento de los sujetos en la condición de audición ideal (silencio) con el rendimiento en la condición más pobre (tiempo de reverberación de 1,55 segs.) se observó que el reconocimiento del lenguaje decrecía en un 27,2% para el grupo de sujetos con audición normal, en un 44,2% para el grupo con deterioro medio, y en un 43% para el grupo con deterioro moderado-severo. Esto revela que en los grupos de sujetos que sufren algún deterioro auditivo, el efecto dañino de trabajar bajo condiciones de audición inadecuadas es mucho más severo que el efecto perjudicial que estas condiciones tienen sobre el rendimiento de los sujetos con audición normal.

Así mismo, los datos experimentales evidenciaron que el rendimiento de los tres grupos de sujetos en silencio y el del grupo de audición normal con ruido decreció ligeramente cuando pasaban de la condición ambiental de sonido a la de reverberación con tiempo de 0,54 segundos: el rendimiento en reconocimiento del lenguaje de los sujetos con audición normal decreció un 1,2% en silencio y un 10,6% con ruido de fondo, y el rendimiento de los sujetos con deterioro auditivo medio y moderado-severo en silencio decreció un 6% y un 12,4%, respectivamente al pasar de la condición ambiental de sonido a la de reverberación con tiempo de 0,54 segundos. Por otra parte, el rendimiento de los sujetos con pérdida auditiva media y moderada-severa con ruido de fondo decreció un 21,6% y un 23%, respectivamente, cuando pasaban de la condición de sonido a la de reverberación de 0,54 segundos. Esta interacción indica que los sujetos con deterioro auditivo, cuando oyen el lenguaje en presencia de ruido de fondo, se ven mucho más afectados por pequeños incrementos en la reverberación de la sala que los sujetos con audición normal.

Por último, los resultados de esta investigación pusieron de manifiesto que el rendimiento de los sujetos en pruebas de reconocimiento del lenguaje era peor cuando el ruido y la reverberación aparecían combinados que cuando se presentaba uno de estos factores pero no el otro. En condiciones de ruido y reverberación combinados, los sujetos con deterioros auditivos eran los más afectados.

Sin duda alguna, la pérdida auditiva representa para los sujetos un gran handicap que los convierten en personas mucho más sensibles a los posibles efectos negativos de trabajar bajo condiciones ambientales no óptimas, como pueden ser las de presencia de ruido y/o de reverberación en la sala de trabajo.

La cuantificación del handicap causado por la pérdida auditiva resulta muy difícil ya que los individuos con idénticos audiogramas e idénticas puntuaciones en las pruebas de identificación de palabras pueden experimentar diferentes grados de handicap. Algunos investigadores han intentado cuantificar este handicap mediante preguntas del tipo ¿su pérdida auditiva hace que le sea difícil hablar con su compañero de trabajo?. Con un número adecuado de preguntas como esta se pueden desarrollar cuestionarios que midan de forma más o



- Normales en silencio
- Normales en ruido
- ▲ Pérdida media en silencio
- △ Pérdida media en ruido
- Pérdida moderada-severa en silencio
- Pérdida moderada-severa en ruido

GRAFICO 30: Porcentaje medio de reconocimiento correcto en ruido y silencio en función del grado de pérdida auditiva de los sujetos y de las condiciones ambientales.

menos exacta el handicap. Si bien es cierto que distintos autores han encontrado una correlación entre umbral auditivo para los tonos puros y las puntuaciones obtenidas en los cuestionarios que miden el handicap, no parece haber acuerdo en cuanto a las relaciones entre las puntuaciones obtenidas en estos cuestionarios y las obtenidas en las pruebas de identificación del lenguaje.

Con el objetivo de examinar las relaciones entre las puntuaciones en estos tipos de cuestionarios y en las pruebas de identificación de oraciones bajo condiciones de ruido, Tyler y Smith (1983) desarrollaron un estudio en el que se usaron como medida del handicap auditivo el índice social de handicap auditivo propuesto por Ewertzen y Birk-Nielsen (1973), y la escala de medida auditiva de Noble y Atherley (1970).

El primero de estos cuestionarios, conocido como SHHI, consta de 21 preguntas sobre audición del lenguaje oral del tipo ¿tiene Usted problemas de comprensión cuando los miembros de su familia están reunidos?, y el segundo (HMS) está compuesto de 32 preguntas ordenadas en siete secciones:

- A) Audición del lenguaje oral (Ejemplo: ¿tiene Usted dificultades para oír una conversación con otra persona cuando está en su casa?).
- B) Audición para sonidos no-lenguaje (Ejemplo: cuando Usted está en la calle, ¿puede oír el sonido de la bocina del coche?).
- C) Localización espacial a través del sonido (Ejemplo: ¿tiene Usted dificultades para juzgar cuán lejos está una persona por los sonidos que emite?).
- D) Respuestas emocionales (Ejemplo: ¿se siente Usted molesto si no es capaz de seguir una conversación?).
- E) Distorsión del lenguaje (Ejemplo: ¿encuentra Usted que las personas no hablan claramente).
- F) Opinión personal (Ejemplo: ¿cualquier dificultad para oír restringe su vida personal o social?).
- G) Tinnitus (Ejemplo: ¿oye Usted zumbidos en su cabeza o en sus oídos?).

En este estudio los autores también midieron los umbrales para conducción aérea a frecuencias de 0,25; 0,5; 1; 2; 4; y 8 KHz. y los de conducción ósea para frecuencias de 0,5; 1; 2; y 4 KHz.. Adicionalmente, evaluaron la identificación de oraciones empleando tres test: el primero de ellos (CID) consistía en un grupo de listas de oraciones que representaban el lenguaje cotidiano. Cada lista contenía 10 oraciones cuya longitud variaba de dos a 12 palabras, la mayoría de las oraciones eran declarativas aún cuando también incluían algunas oraciones imperativas e interrogativas. Todas las oraciones fueron presentadas binauralmente a un nivel de presión sonora de 95 dB. El segundo (BKB cont) y el tercer test (BKB mod) consistían en oraciones derivadas del lenguaje común de los niños y, por tanto, contenían un vocabulario muy familiar y una estructura gramatical muy simple. En estos test, cada lista contenía oraciones declarativas cortas (4-6 palabras).

Del total de sujetos evaluados (N=30), seis presentaban audición normal (edad promedio: 19,3 años), 11 tenían una pérdida auditiva mixta (edad promedio: 57,3 años), y 13 mostraron una pérdida auditiva sensorineural (edad promedio: 61,1 años). De acuerdo con el promedio de los umbrales para tonos puros, el mejor oído se caracterizaba por una pérdida auditiva de cero decibelios en los sujetos normales, una de 39 dB para los sujetos con pérdida auditiva mixta, y una de 31 dB para aquellos sujetos con pérdida auditiva sensorineural.

Se observó que en relación al rendimiento de los sujetos en los tests de lenguaje, y como era de esperar, los sujetos con audición normal rendían mejor que los sujetos pertenecientes a los otros dos grupos con pérdida auditiva (Ver tabla 38).

AUDICION	TESTS DE IDENTIFICACION DE ORACIONES		
	CID	BKB cont	BKB mod
Normal	79,0%	72,5%	78,2%
Pérdida Mixta	40,6%	52,3%	43,9%
Sensorineural	47,7%	58,2%	37,9%

TABLA 38: Porcentaje promedio de respuestas correctas para cada una de las pruebas de identificación de oraciones en función del nivel de audición de los sujetos.

En cuanto a los resultados obtenidos en los cuestionarios de handicap auditivo, se observó que los sujetos con audición normal no presentaban handicap alguno. Por el contrario, el grupo con pérdida auditiva mixta mostró un 60% de handicap en el SHHI, y un 32% en el HMS. Por su parte, el grupo con pérdida sensorineural presentó un 52% de handicap en el SHHI, y un 20% en HMS. Como se puede ver, el SHHI sugiere handicaps auditivos más altos que el HMS. Esto probablemente se deba a que en el SHHI se enfatiza en la audición del lenguaje, mientras que el HMS se refiere a un contexto de molestia en función del cual se determina el handicap, y no todos los oyentes con deterioros auditivos presentan problemas en todas las áreas evaluadas por el HMS, así, muchos de los sujetos evaluados no tenían problemas con los estímulos no-lenguaje, ni presentaban tinnitus, ni tenían problemas emocionales. No obstante, y a pesar de las diferencias entre ambos cuestionarios, los coeficientes de correlación de Pearson mostraron una correlación positiva entre el SHHI y el HMS ($r=0,81$), entre el SHHI y el subtest de audición del lenguaje oral del HMS ($r=0,85$), y entre el SHHI y el subtest de audición para sonidos no-lenguaje del HMS ($r=0,71$).

El calculo de las correlaciones entre las puntuaciones en los tests de identificación de oraciones y las obtenidas en los cuestionarios de handicap auditivo mostró que estas correlaciones eran negativas, lo cual indica que los resultados pobres en los tests de identificación con ruido están acompañados por altos handicaps auditivos. Esta correlación indica que para la cuantificación del handicap auditivo pueden utilizarse cuestionarios similares a los aquí empleados, siempre y cuando partamos de la premisa que las pruebas de identificación del lenguaje son representaciones del proceso de comunicación oral entre las personas. Sin embargo, y teniendo en cuenta las altas correlaciones observadas entre las puntuaciones en los cuestionarios de handicap y los umbrales auditivos para tonos puros, así como entre las puntuaciones en los tests de identificación del lenguaje y los umbrales auditivos para tonos puros, se puede afirmar que las correlaciones entre cuestionarios de handicap y pruebas de identificación están medidas por su dependencia de los umbrales auditivos.

Los resultados de este estudio revelaron grandes diferencias individuales por lo que los autores concluyen que las medidas de inteligibilidad de oraciones, por sí solas, no dan cuenta de todas las dificultades asociadas con la pérdida auditiva. En este sentido, los cuestionarios de handicap aportan información adicional sobre las consecuencias prácticas de la pérdida auditiva, pero no debe olvidarse que las respuestas de los sujetos a estos cuestionarios pueden depender de factores no relacionados directamente con la audición, tales como el deseo de los sujetos de no aparecer con handicap. Por lo que, la administración de pruebas de identificación siguen siendo necesarias a la hora de determinar con exactitud el grado de handicap auditivo sufrido por las personas a causa de la pérdida auditiva.

SEGUNDA PARTE.

**ESTUDIOS EXPERIMENTALES DE LOS
EFECTOS DE LA EXPOSICION A
RUIDOS HABITUALES EN EL
RENDIMIENTO.**

CAPITULO IV.

**ESTUDIO EXPERIMENTAL SOBRE LOS
EFECTOS DEL RUIDO EN EL
RENDIMIENTO EN TAREAS DE
RECUERDO A CORTO PLAZO DE LISTAS
DE PALABRAS CATEGORIZADAS.**

1. - INTRODUCCION.

Día a día podemos observar que las personas cuando realizan sus actividades cotidianas, sean o no laborales, se quejan de que la presencia del ruido durante el desarrollo de estas actividades afecta negativamente su eficiencia en el trabajo, y consideran que su nivel de rendimiento es muy superior cuando trabajan bajo condiciones ambientales predominantemente silenciosas. No obstante, y a pesar de esta creencia generalizada, los resultados experimentales obtenidos por diferentes autores en el área de los efectos del ruido sobre el rendimiento no permiten concluir que la presencia del ruido incide, en todos los casos, negativamente sobre el nivel de rendimiento de las personas. De hecho, el análisis detallado de los resultados publicados en la literatura, muestra que la relación entre nivel de intensidad del ruido presente durante la realización de tareas relativamente simples, como pueden ser las de retención, y posterior recuperación de información verbal, y nivel de rendimiento alcanzado por los sujetos, dista mucho de ser una relación directa y proporcional.

Como ha quedado de manifiesto en la primera parte de este trabajo, el número de variables no directamente relacionadas con las características intrínsecas del ruido, pero que influyen de manera decisiva en los resultados obtenidos con distintos paradigmas experimentales, es muy amplio, y su adecuado control resulta en extremo complejo y, a veces, imposible. Probablemente, esta sea la causa principal de que los resultados obtenidos en relación a los efectos del ruido sobre el rendimiento sean, en la mayoría de los casos, inconsistentes e incluso contradictorios.

Cuando abordamos el estudio de los efectos del ruido sobre el rendimiento humano hemos de considerar que hay, al menos, cuatro grupos de factores que pueden repercutir directa o indirectamente en los resultados experimentales obtenidos:

A) Un primer grupo es aquel que hace referencia a las condiciones de sonido empleadas. Este grupo de factores incluye, entre otros aspectos: el nivel de intensidad del ruido presentado, el tipo de ruido que se utilice en las condiciones de sonido, el orden de presentación de las condiciones de sonido, la duración de la exposición al ruido, la forma de presentación del estímulo sonoro, la manera en que se defina la condición de silencio utilizada como punto de comparación, el espectro de frecuencias del ruido, etc..

B) Un segundo grupo de factores, que incide en la variabilidad obtenida en los resultados experimentales, es el relativo a las características particulares de la tarea que las personas deban realizar. De hecho, cuando nos referimos al mejor o peor rendimiento de las personas en una u otra situación experimental, no podemos olvidar que son las características de la tarea específica las que, en última instancia, determinan las estrategias de resolución que emplean los individuos, y que no hay estrategias de realización válidas para todas las tareas posibles y en todas las condiciones probables. Por lo que el análisis de los efectos del ruido debe realizarse, necesariamente, en base al tipo de tarea que el sujeto desarrolle.

C) Un tercer grupo de factores estaría integrado por aquellos que están relacionados con la manera de medir el nivel de rendimiento de los sujetos en cada investigación. Es decir, cuáles son los indicadores utilizados para medir el rendimiento de las personas cuando trabajan bajo distintas condiciones experimentales.

D) Por último, un cuarto grupo de factores está constituido por las características intrínsecas de los sujetos experimentales. Entre los que podemos mencionar, por su comprobada importancia: la sensibilidad individual al ruido, la evaluación subjetiva que los sujetos hacen de los sonidos bajo cuyas condiciones trabajan, la experiencia previa que los sujetos tienen en la tarea que realizan, las características de personalidad de los sujetos experimentales, las connotaciones positivas o negativas asociadas con un determinado estímulo sonoro en un contexto dado, la capacidad informativa atribuida a los diferentes sonidos presentados, el control que los sujetos tengan sobre la fuente generadora de ruido, etc..

Centrándonos en los efectos del ruido sobre el rendimiento de las personas en tareas que implican percepción, retención y posterior recuperación de información verbal simple, los resultados experimentales obtenidos por distintos autores discrepan considerablemente. Así, autores como Mc Clean (1969), Berlyne et al. (1965), Dornic (1973) y Daee y Wilding (1977) afirman que la presencia de un ruido blanco con niveles de intensidad moderados provoca deterioros significativos en el nivel de rendimiento de los individuos; otros autores, entre los que podemos mencionar a Murray (1965), Berlyne, Borsa, Hamacher y Koring (1966), Haveman y Farley (1969), Hockey y Hamilton (1970), han observado que el hecho de trabajar bajo condiciones ambientales ruidosas no tiene efectos significativos sobre el rendimiento; y, finalmente, investigadores como Hamilton, Hockey y Quinn (1972) han hallado que la presencia del ruido blanco, con niveles moderados de intensidad, tiene efectos positivos

sobre el nivel de rendimiento alcanzado por las personas.

En aquellos casos en los que el nivel de rendimiento de los sujetos en tareas de recuerdo a corto plazo de información verbal, especialmente palabras y consonantes, ha sido medido como número promedio de ítems recordados correctamente, la mayoría de los resultados experimentales indican que el trabajar bajo condiciones de ruido blanco, con niveles de intensidad moderados, no afecta negativamente al nivel de rendimiento de los sujetos. En este sentido, Hockey y Hamilton (1970) no hallaron diferencias significativas entre el número de ítems recordados por los sujetos experimentales, cuando trabajaban en una condición de ruido blanco con 85 dB de intensidad, y el número de ítems recordados por estos mismos sujetos, cuando la tarea de recuerdo a corto plazo de palabras era realizada con ruido blanco de 55 dB de intensidad (silencio).

Así mismo, Millar (1979), pidiendo a los sujetos experimentales que realizaran una tarea de recuerdo a corto plazo de consonantes, no halló efectos principales, estadísticamente significativos, de las condiciones de sonido de silencio (nivel de intensidad: 75 dBA) y de ruido (nivel de intensidad: 92 dBA) sobre el rendimiento de los sujetos.

Por su parte, y en concordancia con los resultados antes expuestos, Smith, Jones y Broadbent (1981 exps.: 1, 2, y 3) observaron que cuando los sujetos experimentales realizaban una tarea de recuerdo libre a corto plazo de listas de palabras categorizadas, bajo condiciones de ruido blanco, la presencia del ruido con nivel de intensidad moderado no tenía efecto alguno sobre el número de palabras recordadas correctamente por los sujetos. Este resultado, en principio, no parece coincidir con el obtenido por Daese y Wilding en 1977, quienes, estudiando los efectos de distintos niveles de intensidad del ruido blanco sobre el rendimiento de las personas, en una tarea de recuerdo libre de listas simples de palabras categorizadas, observaron que el número promedio de palabras recordadas por los sujetos, cuando trabajaban bajo una condición donde el ruido tenía 85 dBC de intensidad, era menor que el número promedio recordado en la condición en que el ruido tenía 75 dBC de intensidad. Pero, sin embargo, estos autores hallaron que las diferencias en el rendimiento de los sujetos en la condición de 75 dBC y en la de ausencia de ruido no eran significativas.

La tarea de recuerdo libre de listas de palabras categorizadas ha sido utilizada ampliamente en los estudios de los efectos del ruido sobre el rendimiento humano. En esta tarea, se le presenta a los sujetos experimentales una o varias listas de palabras, cada una de las cuales se puede agrupar dentro de una determinada categoría verbal y se les pide que recuerden el mayor número de palabras que puedan, en el orden deseado. El rendimiento de los sujetos puede ser evaluado en base a los siguientes parámetros:

- A) Número de palabras correctamente recordadas.
- B) Número de errores realizados por comisión y por omisión.
- C) Nivel de agrupamiento alcanzado por los sujetos, es decir, cantidad de palabras que los sujetos recuerdan agrupadas en función de la categoría verbal a la que pertenecen.

Los resultados experimentales obtenidos, en relación con el nivel de agrupamiento alcanzado por las personas cuando trabajan bajo condiciones de ruido blanco con distintos niveles de intensidad, indican que la presencia del ruido afecta, en determinadas condiciones, negativamente a la organización del material recordado, sin que este menor rendimiento, medido como nivel de agrupamiento, esté acompañado por una disminución en el número total de palabras recordadas correctamente por los individuos. La anotación de que el ruido afecta "en determinadas condiciones" hace referencia nuevamente a que los resultados obtenidos por los distintos autores dependen de una serie de variables propias de la metodología experimental seguida en cada caso.

Daele y Wilding en 1977, pidiéndole a los sujetos experimentales que recordaran el mayor número de palabras que pudiesen a partir de una lista simple de palabras, que podían estar o no relacionadas semánticamente en función de su pertenencia a una categoría verbal, hallaron que no había diferencias estadísticamente significativas entre la longitud del grupo, comparando condiciones de ruido blanco a 75 dBC y a 85 dBC, con la condición de silencio, definida como ausencia de ruido. Sin embargo, los datos publicados por estos autores evidencian una tendencia a que el recuerdo agrupado de los sujetos es menor, cuando trabajan bajo la condición de ruido con 75 dBC, que cuando realizan la tarea en silencio, y a que el recuerdo agrupado aumente de nuevo bajo la condición de ruido blanco con 85 dBC de intensidad.

Analizando la metodología seguida por estos autores se observa que en su trabajo hay una serie de detalles experimentales que pueden haber influido en la obtención de los resultados antes indicados. Específicamente, observamos que:

A) Daele y Wilding (1977) presentaron las dos condiciones de ruido solamente en el período en que los sujetos experimentales debían recordar las palabras anteriormente presentadas. Un tiempo de exposición al ruido tan corto puede dar una visión incompleta de los verdaderos efectos del ruido.

B) La condición de silencio estuvo definida como ausencia de ruido y no en todos los experimentos desarrollados en esta área el silencio ha sido definido de la misma forma.

C) El material verbal presentado a los sujetos era una lista simple de 40 palabras, 20 de las cuales no guardaban relación alguna entre sí, 10 pertenecían a la categoría "animales", y las 10 restantes a la categoría "vegetales". Como veremos posteriormente, el nivel de agrupamiento alcanzado por los sujetos depende, no sólo de las condiciones sonoras bajo las que se trabaja, sino que está en función del número y del tamaño de las categorías presentadas, de la fuerza de asociación entre las palabras, y del grado de exhaustividad de cada categoría verbal presentada a los sujetos.

D) Finalmente, la medida de agrupamiento usada por Daee y Wilding (1977) para medir el agrupamiento es dependiente del número total de palabras recordadas.

Analizando un conjunto de experimentos desarrollados por Smith, Jones y Broadbent en 1981, que difieren del de Daee y Wilding (1977) en algunos de los detalles antes expuestos, observamos que los resultados son ciertamente diferentes. Así, en un primer experimento, Smith, Jones y Broadbent (1981), observaron que las puntuaciones C obtenidas por los sujetos experimentales no variaban significativamente de una condición de sonido a la otra. Utilizaron como medida del agrupamiento la puntuación C, cuyo valor es independiente del número de palabras recordadas por los sujetos. Presentaron a los sujetos varias listas de 32 palabras que pertenecían a una, de las cuatro categorías verbales consideradas (ocho palabras por categoría) y donde todas las palabras estaban relacionadas entre sí, y había categorías exhaustivas. Las condiciones de sonido se definieron como silencio (ruido continuo en campo libre con 55 dB de intensidad), y ruido (ruido continuo en campo libre con 80 dB de intensidad). Estos autores hallaron una interacción significativa entre condiciones de sonido y sesión experimental, la que explica que los sujetos obtuvieran puntuaciones C más bajas en la primera sesión experimental y que, en la segunda, sus puntuaciones de agrupamiento fueran mucho más altas con ruido que bajo la condición de silencio. Por otra parte, la interacción de las condiciones de sonido con las listas de palabras también fue significativa, lo que explica que, bajo la condición de ruido, el agrupamiento dado por los sujetos aumentase de la primera a la segunda lista de palabras.

En un segundo experimento, estos autores usaron la misma medida del agrupamiento y las mismas condiciones de sonido, pero variaron las características del material verbal a recordar, de forma que el agrupamiento entre las palabras era menos obvio para los sujetos experimentales. En este caso, los autores presentaron varias listas de 32 palabras agrupadas en ocho categorías verbales (cuatro palabras por categoría). En cada categoría, se incluían dos palabras que eran ejemplos dominantes y otras dos que eran ejemplos no dominantes de la categoría en cuestión. Los datos de este experimento pusieron de manifiesto que, de hecho, el agrupamiento alcanzado por los sujetos era, en todas las

condiciones, menor que el alcanzado en el experimento anterior y que había una tendencia no significativa, desde el punto de vista estadístico, a que el nivel de agrupamiento, medido a través de la puntuación C, fuese menor cuando los sujetos trabajaban bajo la condición de ruido que bajo la de silencio.

En un tercer experimento, Smith, Jones y Broadbent (1981) eliminaron de las listas de palabras las categorías exhaustivas, ya que con este tipo de categorías los sujetos realizaban perfectamente el agrupamiento, y aumentaron a 85 dB el nivel de intensidad del ruido blanco presentado en la condición de ruido. En este caso, los resultados obtenidos con la puntuación C indicaron que los sujetos que trabajaban bajo ruido blanco con 85 dB de intensidad obtenían un nivel de agrupamiento significativamente inferior al que obtenían cuando trabajaban bajo la condición de ruido blanco con 55 dB de intensidad.

Podemos así ver que las variaciones en el nivel de intensidad del sonido presentado, el número y el tamaño de las categorías, el grado en que cada palabra es o no un ejemplo típico de la categoría, el grado de exhaustividad de cada categoría, y la medida seleccionada para dar cuenta del nivel de agrupamiento, influyen decisivamente en los resultados obtenidos en cuanto a los efectos del ruido sobre la organización del recuerdo.

1.1.- LA MEDIDA DEL AGRUPAMIENTO.

La evaluación del nivel con el que los individuos agrupan la información por ellos recordada, en base a su pertenencia a una u otra categoría semántica, se ha basado, desde Bousfield (1953), en el número de repeticiones que los sujetos presentan en sus protocolos de respuesta, entendiéndose por "repeticón" *la ocurrencia de un elemento de un tipo inmediatamente después de otro elemento del mismo tipo*.

La tasa simple de repeticiones o índice RR propuesta por Bousfield en 1953 viene dada por la siguiente expresión:

$$RR = \frac{R}{N - 1}$$

Donde, R es el número de repeticiones y N es el número total de palabras recordadas por el sujeto.

Desde que se propuso este índice como medida del agrupamiento, muchos investigadores han desarrollado fórmulas alternativas. De acuerdo con White y Kelly (1978), los índices con mayor frecuencia utilizados pueden ser agrupados en tres grupos, en función del modelo psicológico usado para describir la relación entre el constructo *tendencia a*

organizar y el valor del índice.

En el primer grupo encontramos el índice R basado en la suposición de que el constructo psicológico afecta tanto al número de repeticiones observadas como al número de palabras de la listas recordadas por los sujetos.

En el segundo grupo tenemos los índices: RR (Bousfield, 1953), BBD (Bousfield y Bousfield, 1966), MRR (Lesgold y Tieman, 1969 cp: White y Kelly, 1978), la puntuación C (Darlymple-Alford, 1970), ARC (Roemaker, Thompson y Brown, 1971), y la puntuación Z (Frankel y Cole, 1971). Estos índices se basan en el modelo de acuerdo con el que, el constructo *tendencia a organizar los estímulos* afecta al número de repeticiones en una lista de ítems recordados, sin especificar las relaciones existentes entre el constructo y el número total de palabras recordadas, ni entre este constructo y la distribución de las palabras a lo largo de la categoría.

Finalmente, en el tercer grupo está el índice D_N (Dunn, 1969 cp: Darlymple-Alford, 1971) donde la relación entre el constructo psicológico y el número total de palabras recordadas no está especificada, pero, para un número dado de palabras, el constructo afecta tanto al número de repeticiones como a la distribución de las palabras a lo largo de las categorías.

Cada uno de estos índices presenta ventajas y desventajas y la elección de uno o de otro dependerá exclusivamente de los objetivos de la investigación que se esté desarrollando.

A) LA TASA SIMPLE DE REPETICION O INDICE RR.

De acuerdo con Darlymple-Alford (1971), la elección del denominador $N - 1$ probablemente se basó en la suposición errónea de que el máximo valor posible que puede adoptar R es $N - 1$, cuando de hecho es $N - K$, donde K es el número de categorías diferentes presentes en la serie de ítems recordados por el sujeto. Por lo que, el límite superior de RR es $(N - K) / (N - 1)$ y adopta el valor de 1 solamente en aquellos casos en que todos los ítems de la serie recordada pertenezcan a la misma categoría. Así, en la serie AAAABB los ítems presentan la máxima agrupación, pero el valor de RR es 0,80.

En aquellos casos en que la probabilidad de que una repetición ocurra, es constante a lo largo de todas las posiciones en la serie, el índice RR puede ser una medida apropiada, ya que, en estos casos, $R / (N - 1)$ es el mejor estimador de la probabilidad de ocurrencia de una repetición, pero esta probabilidad no es el mejor indicador del nivel de agrupamiento. Por ejemplo, cuando la probabilidad de ocurrencia de una repetición es de 0,25, ésta representa un

agrupamiento al azar solamente cuando hay cuatro tipos de ítems, pero está por encima del agrupamiento al azar cuando hay más de cuatro tipos de ítems.

B) EL INDICE BBD O D_B .

Fue diseñado por Bousfield y Bousfield (1966) para medir el nivel de agrupamiento en relación al azar. Este índice viene dado por la siguiente expresión:

$$BBD = R - E(R)$$

Donde, la esperanza matemática de R es:

$$E(R) = \left(\sum n_i^2 / N \right) - 1, \text{ y } n_i \text{ es el número de}$$

ítems recordados para la categoría i.

Las limitaciones más importantes de este índice se centran en el hecho de que en él no está fijado el límite superior, por lo que la puntuación para un agrupamiento perfecto depende del número de categorías que el sujeto recuerda y de la distribución de los ítems recordados a lo largo de las categorías. Así mismo, el valor adoptado por el índice BBD depende del número total de ítems recordados.

C) EL INDICE MRR.

En este índice se reemplaza el denominador $N - 1$ usado en el índice RR por el denominador $N - K$ que, como se indicó al hacer referencia al índice RR, es el máximo valor que puede adoptar R. Así,

$$MRR = R / \text{Máx } R$$

El valor de MRR es 1 cuando todos los ítems en la serie están perfectamente agrupados. Sin embargo, el valor de este índice no necesariamente es 0 cuando el número de repeticiones en la serie es el mínimo posible. Por ejemplo, si la secuencia consiste en seis letras A y dos letras B, el valor de MRR no puede ser menor de 0,5 y corremos el riesgo de concluir que hay más evidencia de agrupamiento en la secuencia: ABABAAAA que en la secuencia: AABBBABBA. En ambas secuencias, el valor máximo de R es 6, el número observado de repeticiones es 3 y, por tanto, el valor de MRR es 0,5, aún cuando el número de repeticiones en la primera secuencia es el mínimo posible, mientras que en la segunda el número de repeticiones está por encima del mínimo posible.

En el caso del índice MRR, la limitación más importante es que el agrupamiento esperado por azar no está fijado como 0 y éste depende del número de categorías recordadas por el sujeto y de la distribución de los ítems a lo largo de las categorías.

D) LA PUNTUACION C.

La puntuación C se obtiene de la siguiente expresión:

$$C = \frac{R - \text{Min } R}{\text{Máx } R - \text{Min } R}$$

El valor de la puntuación C es 1 cuando el agrupamiento es el máximo posible y 0 cuando el agrupamiento es el mínimo posible. Como ya se mencionó con anterioridad, el máximo de R es igual al número total de ítems recordados por el sujeto menos el número de categorías presentes en el protocolo de respuesta. Por su parte, el mínimo valor de R es 0 cuando $N + 1 \geq 2m$, donde m es el número de elementos de la categoría o categorías más numerosas en la lista de ítems recordados, y es igual a $2m - N - 1$ en cualquier otro caso.

Este índice es independiente del número total de ítems recordados por el sujeto, pero no es un índice del todo satisfactorio, puesto que no da cuenta del nivel de agrupamiento esperado por azar. En el caso de la puntuación C, la puntuación que representa al agrupamiento por azar varía con el número de categorías que el sujeto recuerda, y con la distribución de los ítems totales recordados a lo largo de las categorías.

E) LA PUNTUACION D O D_A .

Este índice fue desarrollado por Darlymple-Alford en 1971 con el objetivo de crear un índice del nivel de agrupamiento que diese cuenta de la cantidad de agrupamiento en relación con la esperada por azar. La puntuación D se define como *la diferencia entre el valor observado y el valor esperado de C*, donde la esperanza matemática de C es igual a:

$$E(C) = [E(R) - \text{Min } R] / (\text{Máx } R - \text{Min } R)$$

El valor de la puntuación D viene dado por la siguiente expresión:

$$D = [R - E(R)] / (\text{Máx } R - \text{Min } R)$$

Esta puntuación tiene la limitación de que no está fijado el valor del agrupamiento perfecto, y de que el límite superior depende del número de categorías recordadas y de la distribución de los elementos recordados a lo largo de las categorías. De acuerdo con Darlymple-Alford (1971), este índice parece ser el mejor al compararlo con el índice RPD, con el índice D_0 (diferencia entre el valor observado y esperado del índice RR), y con el índice D_H propuesto por Hudson-Dunn (1969 cp: Darlymple-Alford, 1971). No obstante,

para niveles moderados de agrupamiento, la puntuación D muestra una tendencia a dar valores altos en las secuencias de longitud corta (10 ítems).

F) PUNTUACION AJUSTADA DE LA TASA DE AGRUPAMIENTO O INDICE ARC.

Este es, actualmente, uno de los índices más empleados en el área de investigación sobre el nivel de agrupamiento alcanzado por las personas en diferentes situaciones experimentales. El valor de ARC viene dado por la siguiente expresión:

$$ARC = [R - E(R)] / [Máx R - E(R)]$$

En esta puntuación, el agrupamiento por azar se fija como 0 y el agrupamiento perfecto como 1.

De acuerdo con Roenker, Thompson y Brown (1971) el índice ARC presenta la ventaja de que, comparándola con el índice BBD, el MRR, la puntuación C, y la puntuación D, es el único cuyos valores no cambian con las variaciones en los protocolos de respuesta no relacionados con la cantidad relativa de agrupamiento obtenida por los sujetos, siendo la única medida en donde se fija el límite superior (agrupamiento perfecto) y el agrupamiento esperado por azar. Sin embargo, el índice ARC no está exento de críticas. En este sentido, Frankel y Cole (1971) consideran que una puntuación ARC negativa no necesariamente significa lo mismo que una puntuación ARC idéntica pero positiva. Es decir, para Frankel y Cole (1971) una puntuación ARC positiva de 0,50 significa un agrupamiento medio entre el agrupamiento perfecto (1) y el agrupamiento azaroso (0), pero dudan que una puntuación ARC igual a -0,50 signifique un agrupamiento medio entre el azar y el agrupamiento mínimo posible. Frente a esta crítica, Roenker, Thompson y Brown (1971) proponen la llamada puntuación ARC negativa (NARC), la cual se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$NARC = [R - E(R)] / [E(R) - Min R]$$

Con esta modificación, los valores negativos obtenidos tienen el mismo significado que los positivos. Así una puntuación NARC de -1 indica un agrupamiento mínimo no explicable por simple azar.

G) LA PUNTUACION Z.

El valor de esta puntuación viene dada por la expresión siguiente:

$$Z = \frac{O_r - M_r}{\sqrt{V_r}}$$

Donde: M_r es el número promedio de rachas.

$$M_r = \frac{N(N + 1) - \sum N^2}{N}$$

V_r es la varianza.

$$V_r = \frac{\sum N_j^2 [\sum N_j^2 + N(N + 1)] - 2N \sum N_j^3 - N^3}{N^2 (N - 1)}$$

O_r es el número observado de rachas.

N_j es el número de ítems presentes en la categoría j.

N es el número de ítems recordados.

El número de repeticiones y el número de rachas en una secuencia dada de N elementos están relacionados de la siguiente forma: $L = N - R$, observándose que cuando L es máximo, R es mínimo y viceversa.

Esta puntuación tiene en cuenta la composición categorial de la lista de ítems recordados por el sujeto. Así, dos listas que presenten igual número de rachas e igual número de palabras recordadas pueden dar puntuaciones Z diferentes si el número de ítems recordados para las distintas categorías difieren. Al tratarse de una puntuación típica, la puntuación Z permite, al igual que la ARC, hacer comparaciones entre sujetos y entre grupos. No obstante, tiene la limitación de que depende del número de ítems recordados, observándose que en los casos en que el agrupamiento es perfecto, la puntuación Z tiende a ser más alta a medida que N es mayor. Asimismo, y de acuerdo con Roenker, Thompson y Brown (1971), la puntuación Z tiene la limitación de que en ella no está fijado el límite superior que indica un agrupamiento perfecto.

H) EL INDICE D_N .

Este índice viene dado por la siguiente expresión:

$$D_N = R - E(R/N, P_0) / [\text{Var}(R/N, P_0)]^{1/2}$$

De acuerdo con Darlymple-Alford (1971), el principal fallo de este índice es que no permite medir el nivel de agrupamiento mostrado por un sujeto en su protocolo de respuesta, independientemente del número total de ítems recordados.

1.2.- OTROS FACTORES A CONSIDERAR EN RELACION CON EL RENDIMIENTO DE LOS SUJETOS EN LA TAREA DE RECUERDO DE PALABRAS CATEGORIZADAS.

Como ya se mencionó con anterioridad, además de la medida utilizada para dar cuenta del nivel de agrupamiento alcanzado por los sujetos, factores como el grado de asociación entre las palabras de la lista de estímulos que los sujetos deben recordar, y el tamaño de las categorías, pueden influir en el hecho de que la organización que los sujetos hacen del material verbal sea mayor o menor bajo distintas condiciones de trabajo.

A) GRADO EN QUE CADA PALABRA ES UN BUEN EJEMPLO DE LA CATEGORIA.

En general, los resultados experimentales muestran que el rendimiento de los sujetos en una tarea de recuerdo de ejemplos de categorías es superior cuando trabajan con ejemplos dominantes que cuando los sujetos se enfrentan con la producción de ejemplos no dominantes de la categoría.

De acuerdo con Eysenck (1975), un nivel alto de activación general de los sujetos, disminuye el tiempo necesario para recuperar ejemplos dominantes de la categoría, pero aumenta el tiempo requerido por el sujeto para recuperar los ejemplos no dominantes de la categoría. La presencia de ruido durante la realización de una tarea de recuerdo de ejemplos de categorías, afecta negativamente al recuerdo por parte de los sujetos de aquellos ejemplos no dominantes de la categoría, pero que no afecta al número de ejemplos dominantes recordados. La interacción entre nivel de activación general de los sujetos y dominancia del ítems

muestra que, cuando las personas realizan una tarea de recuerdo de ejemplos de categorías, los sujetos con altos niveles de activación responden más rápidamente a los ítems dominantes que a los no dominantes. Complementariamente, Broadbent (1971) afirma que un nivel alto de activación aumenta la probabilidad de que las personas muestreen información de las fuentes dominantes, a expensas de las no dominantes.

Estos resultados no coinciden con los obtenidos por Von Wright y Valuras (1980), ni con los obtenidos por Smith y Broadbent (1982 exp.: 1). Los primeros autores afirman que el nivel de activación de los sujetos no es una variable determinante del rendimiento de los sujetos en tareas de memoria semántica. Por su parte, Smith y Broadbent (1982 exp.: 1) no hallaron una interacción significativa entre las condiciones de sonido, definidas como silencio (ausencia de ruido), y ruido (ruido blanco a 80 dB de intensidad), y dominancia de los ejemplos a recordar. Sin embargo, estos últimos autores observaron que la obtención o no de una interacción significativa entre condiciones de sonido y dominancia depende de detalles experimentales, tales como: a) la definición exacta de las condiciones de sonido, b) el número de ejemplos por categoría, y c) la experiencia previa de los sujetos con la tarea de recuerdo de ejemplos de categorías. En este sentido, cuando las condiciones de sonido fueron definidas como silencio (ruido continuo de campo libre con un nivel de intensidad de 55 dB), y ruido (ruido continuo de campo libre a 85 dB de intensidad), y cuando el número de ejemplos por categorías aumentaba (Smith y Broadbent, 1982 exp.: 2), la interacción entre condiciones de sonido y dominancia sí era significativa, e iba en la misma dirección que la observada por Eysenck en 1975. No obstante, el efecto dañino del ruido sobre el recuerdo de los ejemplos no dominantes, se daba sólo en el caso en que los sujetos experimentales tenían experiencia en la tarea. Cuando los sujetos no tenían experiencia con la tarea de recordar ejemplos de categorías, el efecto perjudicial del ruido se daba solamente en el caso de los ejemplos dominantes (Smith y Broadbent, 1982 exp.: 3).

B) TAMAÑO DE LA CATEGORIA.

En varias investigaciones, autores como Landauer y Freedman (1968), Collins y Quillian (1969), Wilkins (1971), y Landauer y Meyer (1972) han observado que, cuando las personas realizan una tarea donde juzgan si una palabra dada como estímulo pertenece o no a una categoría verbal, el tiempo de reacción para las respuestas afirmativas y negativas varía directamente con el tamaño de la categoría, en el sentido de que el tiempo de reacción para las respuestas afirmativas aumenta con el tamaño de la categoría. Esto es debido a que cuando el tamaño de la categoría aumenta, la persona debe emplear más tiempo en el proceso de exploración que es necesario para verificar si la palabra estímulo pertenece o no a la categoría en cuestión.

De acuerdo con los resultados experimentales obtenidos por Meyer y Ellis (1970) y los obtenidos por Landauer y Meyer (1972), el efecto del tamaño de la categoría sobre los tiempos de reacción para las respuestas afirmativas y negativas, es independiente de las conexiones semánticas que existan entre las palabras y las categorías, ya que el efecto se observa cuando los sujetos deben decidir sobre la pertenencia de no-palabras a categorías verbales que varían en su tamaño, y cuando deben decidir sobre la pertenencia de palabras reales que varían en la distancia que las separan de la categoría. Esto contradice a la sugerencia de Collins y Quillian (1970), según la cual, el tamaño de la categoría no es el factor más importante que incide sobre los tiempos de reacción para las respuestas afirmativas y negativas, sino que lo esencial es el grado en que las palabras se asocian semánticamente con la categoría estímulo.

C) FORMA DE PRESENTACION DE LAS CONDICIONES DE SONIDO.

En relación con este factor se ha observado que, el ruido continuo de campo libre y con altos niveles de intensidad, afecta al rendimiento de las personas en tareas como la realización de los tests de reacción serial, los de vigilancia, los de discriminación visual, etc. (Broadbent, 1971). Por el contrario, el ruido continuo de alta intensidad, presentado a través de audífonos, no parece tener efectos sobre ciertas tareas que sí se ven afectadas con la exposición al ruido de campo libre (Broadbent, 1958, 1960).

Las investigaciones al respecto ponen de manifiesto que la manera en que se les presenta a los sujetos las condiciones de sonido experimentales interviene como variable moderadora, e incide en el hecho de que los resultados obtenidos en distintas investigaciones difieran. No obstante, tampoco hay unanimidad en este punto, y autores como Corcoran (1962), Wilkinson (1963), y Smith y Broadbent (1985), concluyen de sus experimentos que los efectos del ruido presentado a través de audífonos y en campo libre son similares.

Es evidente que hay diferencias entre el ruido de campo libre y el presentado a través de audífonos. Estas diferencias implican la similaridad de la información recibida por ambos oídos, la intensidad del ruido percibida por los sujetos, y los cambios temporales en los umbrales de audición. En este sentido, Hartley y Carpenter (1974) observaron, en su investigación sobre las diferencias entre distintas maneras de presentar el ruido, que los sujetos experimentales afirmaban que el ruido presentado a través de audífonos y el de campo libre "sonaban" diferente. Asimismo, observaron que, cuando el ruido se presentaba mediante audífonos, la intensidad percibida por los sujetos podía ser hasta 10 dB menor que cuando el ruido, con igual nivel de presión sonora, se presentaba en campo libre, y que los cambios temporales en los umbrales de audición eran menores cuando seguían a una exposición al ruido presentado a través de audífonos, que cuando seguían a la presentación de un

ruido de campo libre con igual nivel de presión sonora. No obstante, estos autores observaron que la forma de presentación del ruido no afectaba significativamente al nivel de rendimiento alcanzado por los sujetos en una tarea de reacción serial de cinco elecciones, cuando el rendimiento era medido como número de respuestas correctas, como número de errores cometidos, y como número de pausas; aún cuando, se pudo observar que había una tendencia a que el ruido presentado a través de audífonos tuviese unos efectos más dañinos sobre el número de pausas, al comparar esta condición con la de silencio, y que el ruido de campo libre producía efectos más adversos sobre el número de errores, al comparar esta condición con la de silencio.

De acuerdo con Hartley y Carpenter (1974), el efecto adverso del ruido, presentado a través de audífonos, sobre el número de pausas, puede estar relacionado con la privación perceptual que acompaña a esta forma de presentación del ruido, ya que los audífonos enmascaran de forma más efectiva los sonidos ambientales, y los sonidos generados por el propio sujeto, y el efecto adverso del ruido de campo libre sobre los errores puede estar relacionado con la intensidad y la molestia percibida del ruido.

D) TIPO DE RUIDO UTILIZADO.

En las investigaciones analizadas en la primera parte del presente trabajo (capítulos I y II), el ruido utilizado en la gran mayoría de ellas como condiciones experimentales de sonido, ha sido el ruido blanco continuo, pero hay pocos resultados relativos a los efectos del ruido intermitente y, aún hay menos, sobre los efectos de los ruidos habituales (continuos o intermitentes) en el rendimiento de los sujetos. Sin embargo, algunos resultados experimentales indican que los efectos del ruido continuo y los del ruido intermitente son diferentes.

Entre los trabajos en los que se han utilizado estos dos tipos de sonido está el de Li, Cai, Dai y Guo (1985), en el que, con pruebas de memoria, los autores compararon el rendimiento de dos grupos de sujetos, uno constantemente expuesto a ruido y otro en un ambiente silencioso. Las condiciones de ruido para los sujetos experimentales fueron: ruido intenso continuo (más de 95 dB de intensidad), ruido intenso intermitente (más de 95 dB de intensidad), ruido moderado continuo (75-85 dB de intensidad), y ruido moderado intermitente (75-85 dB de intensidad). Los resultados mostraron que, en general, las puntuaciones obtenidas por los sujetos expuestos al ruido en las pruebas de memoria eran significativamente inferiores que las obtenidas por el grupo de sujetos expuestos a un ambiente silencioso. Adicionalmente, comparando las condiciones de ruido continuo y las de ruido intermitente, observaron que el nivel de rendimiento de los sujetos expuestos al ruido intermitente era superior al obtenido por los sujetos expuestos al ruido continuo, si bien es cierto que esta diferencia no alcanzó el nivel de significación estadística. También se obtuvieron

resultados similares con respecto al rendimiento de los sujetos en una prueba de atención.

Por su parte Smith (1985 b), en base a los resultados obtenidos en sus experimentos sobre los efectos del ruido continuo, intermitente y aglomerado sobre el rendimiento de los sujetos en una tarea de procesamiento semántico y en otra de razonamiento sintáctico, concluyó que la presencia de un ruido blanco continuo con 85 dBC de intensidad no afecta al rendimiento de los sujetos, ni en tareas de procesamiento semántico, ni en tareas de razonamiento sintáctico. Pero, el rendimiento en estas tareas, sí se ve afectado negativamente por la presencia de un ruido aglomerado, consistente en sonidos de informativos de radio, de mecanografía y de música popular con nivel de intensidad máximo de 85 dBC. Por último, se ha comprobado que el ruido intermitente, con un nivel de intensidad de los estallidos de 85 dBC, afecta negativamente al rendimiento de las personas en una tarea de procesamiento semántico, pero tiene pocos efectos sobre el rendimiento en una tarea de razonamiento sintáctico.

De acuerdo con los resultados experimentales obtenidos por Hartley (1974), en relación a los efectos del ruido, continuo e intermitente, sobre el rendimiento de los sujetos en una tarea de reacción serial de cinco elecciones, se observan efectos perjudiciales del ruido continuo al comienzo de la tarea, que se atribuyen al nivel de activación general generado en el sujeto por el nivel de intensidad de la estimulación, pero el efecto adverso posterior de este tipo de ruido se debe a la monotonía, que puede disminuir con la presentación de un ruido intermitente. De esta forma, Hartley (1974), en concordancia con la propuesta de Hartley y Adams (1974), concluye que el ruido continuo y el intermitente son aproximadamente iguales en su calidad despertadora y que el principal beneficio de la intermitencia es que reduce la monotonía originada por una exposición de larga duración al estímulo sonoro y a la tarea.

2.- OBJETIVO DE INVESTIGACION.

El objetivo de este estudio experimental se centra en la *determinación de, en qué medida, la presencia de ruidos habituales influye sobre el rendimiento de las personas en una tarea que implica retención y posterior recuperación de información verbal simple.* Adicionalmente, se intenta especificar *si existe una relación clara entre la evaluación subjetiva que las personas hacen sobre distintas condiciones de sonidos habituales y de su rendimiento en tales condiciones, y el nivel de rendimiento realmente alcanzado bajo dichas condiciones sonoras.*

Si bien es cierto que muchos de los investigadores del área se han abocado al estudio de los posibles efectos que tiene el trabajar, con tareas de recuerdo de información verbal, bajo condiciones ambientales ruidosas, la disparidad de los resultados experimentales hace patente la necesidad de seguir profundizando en esta línea de investigación. No obstante, de acuerdo con nuestra opinión, el desarrollo de las investigaciones debe enfocarse hacia condiciones ambientales de trabajo más similares a las reales que las que se dan en esas investigaciones. En este sentido, nosotros consideramos que, si bien la utilización de sonidos generados electrónicamente es totalmente válida desde el punto de vista experimental y facilita considerablemente el análisis de las relaciones causales entre las características físicas del ruido y el nivel de rendimiento alcanzado por los individuos, estas condiciones de laboratorio resultan ser excesivamente artificiales. Cuando las personas trabajan en condiciones ambientales ruidosas, en la mayoría de los casos, desarrollan sus actividades bajo la presencia de ruidos comunes o habituales, con niveles moderados de intensidad, como pueden ser la música, el sonido generado por el equipamiento de oficina, el ruido del tráfico, etc.. En estas condiciones ambientales, y tal y como ponen de manifiesto los resultados experimentales obtenidos por Santisteban (1987, 1988, 1989), entra en juego la evaluación subjetiva que los individuos hacen del sonido bajo el que se ven "obligados" a trabajar, pudiendo actuar como variable moderadora entre la presentación del estímulo sonoro y el posterior rendimiento alcanzado.

3.- HIPOTESIS DE TRABAJO.

De acuerdo con los resultados experimentales obtenidos por los distintos autores, cuyas investigaciones han sido analizadas en el primer capítulo del presente trabajo, y en relación a los efectos que el ruido blanco, con niveles moderados de intensidad, tiene sobre el rendimiento de las personas en tareas de recuerdo de listas de palabras categorizadas se plantean las siguientes hipótesis:

- H.1.- *La presencia del ruido afecta a la organización del material recordado, pero no al número total de palabras recordadas.*

Esta hipótesis se fundamenta en los resultados experimentales obtenidos por Smith, Jones y Broadbent (1981), y su verificación implica que el análisis de los resultados evidencie la existencia de diferencias significativas entre las puntuaciones de agrupamiento obtenidas por los sujetos experimentales cuando trabajan en distintas condiciones sonoras, pero que tales diferencias no son significativas al analizar el número promedio de palabras correctamente recordadas por los sujetos en esas condiciones.

- H.2.- *La presencia del ruido afecta negativamente al nivel de agrupamiento verbal alcanzado por los sujetos.*

La verificación de esta hipótesis implica que, las puntuaciones promedio de agrupamiento obtenidas bajo las condiciones de presencia de ruido son significativamente inferiores a las obtenidas bajo condiciones de silencio.

Por otra parte, y en relación a la influencia que tiene la evaluación subjetiva que los sujetos hacen de las condiciones sonoras sobre su rendimiento en la tarea, se propone que:

- H.3.- *Las personas responden subjetivamente de manera distinta frente a diferentes sonidos cotidianos, presentados todos a niveles de intensidad moderados.*

Esta hipótesis implica que, tal y como afirma Santisteban (1987, 1988, 1989), las respuestas dadas por los sujetos a cuestionarios sobre la evaluación de distintos sonidos varían en función de la condición de sonora a la que se hallen expuestos, observándose una tendencia clara a que los sujetos evalúen determinados sonidos como agradables y menos perturbadores, y a que evalúen otros estímulos sonoros como desagradables y muy perturbadores.

- H.4.- *La evaluación subjetiva que los sujetos hacen sobre un determinado sonido influye sobre el nivel de rendimiento alcanzado, cuando los sujetos trabajan en presencia de dicho sonido.*

Una relación entre la evaluación subjetiva del estímulo sonoro y el nivel de rendimiento, implica la obtención de diferencias significativas en el rendimiento de los sujetos cuando estos trabajan bajo condiciones de sonido que difieren en la evaluación subjetiva que de ellas han hecho los individuos.

- H.5.- *La presencia de sonidos, durante la realización de la tarea, evaluados como displacenteros, afecta negativamente al nivel de rendimiento de los sujetos.*

En este sentido, el patrón de resultados mostrara que el rendimiento cuantitativo de los sujetos es significativamente menor cuando trabajan bajo condiciones sonoras evaluadas subjetivamente como desagradables y perturbadoras, que cuando trabajan bajo condiciones sonoras evaluadas como agradables y no perturbadoras.

4. - METODOLOGIA EXPERIMENTAL.

A. - DISEÑO EXPERIMENTAL.

Con objeto de contrastar las hipótesis antes expuestas se utilizó un *diseño experimental de medidas repetidas completamente aleatorizado*.

La muestra estuvo compuesta por 75 sujetos, con una edad promedio de 22 años, seleccionados al azar de la población de estudiantes de la Facultad de Psicología de la Universidad Complutense.

Los sujetos muestrales fueron asignados aleatoriamente a uno de seis grupos que diferían entre sí en el orden en que recibían las distintas condiciones de sonido (silencio, ambiente sonoro agradable y ambiente sonoro desagradable). Las condiciones de sonido fueron contrabalanceadas con las sesiones experimentales (primera, segunda y tercera sesión). Todos los sujetos pertenecientes a cada uno de los seis grupos trabajaron en una tarea de recuerdo libre de listas de palabras categorizadas bajo cada una de las tres condiciones de sonido. Cada condición de sonido se presentó en sesiones experimentales diferentes con un intervalo de tiempo entre sesiones de siete días, y cada sujeto muestral asistió a las distintas sesiones experimentales a la misma hora del día. En cada sesión experimental, los sujetos fueron evaluados en pequeños grupos y trabajaban con una lista determinada de palabras que denotamos como: lista A, lista B, y lista C. El orden de presentación de las listas de palabras fue fijo. De esta forma, la presentación de las condiciones de sonido se realizó de la siguiente manera:

GRUPO DE SUJETOS	SESION EXPERIMENTAL		
	PRIMERA LISTA A	SEGUNDA LISTA B	TERCERA LISTA C
1	Silencio	Agradable	Desagradable
2	Desagradable	Agradable	Silencio
3	Agradable	Silencio	Desagradable
4	Silencio	Desagradable	Agradable
5	Desagradable	Silencio	Agradable
6	Agradable	Desagradable	Silencio

B.- DEFINICION DE VARIABLES.

B.1.- VARIABLE INDEPENDIENTE.

La variable manipulada fue la condición de sonido bajo la que cada uno de los sujetos experimentales debía realizar la tarea de recuerdo libre de listas de palabras categorizadas. Se manejaron tres condiciones de sonido denominadas: silencio, ambiente sonoro agradable, y ambiente sonoro desagradable, y definidas como sigue:

- 1.- SILENCIO, definido como la no presentación de ninguno de los sonidos experimentales y en la que el nivel de intensidad sonora en la cabina experimental variaba entre 55 y 60 dBA.
- 2.- AMBIENTE SONORO AGRADABLE, definido en nuestro contexto como una situación acústica evaluada previamente por los sujetos como placentera. En este caso, el sonido presentado en la cabina como fondo ambiental fue el de música clásica, a un nivel de intensidad entre 74 y 76 dBA.

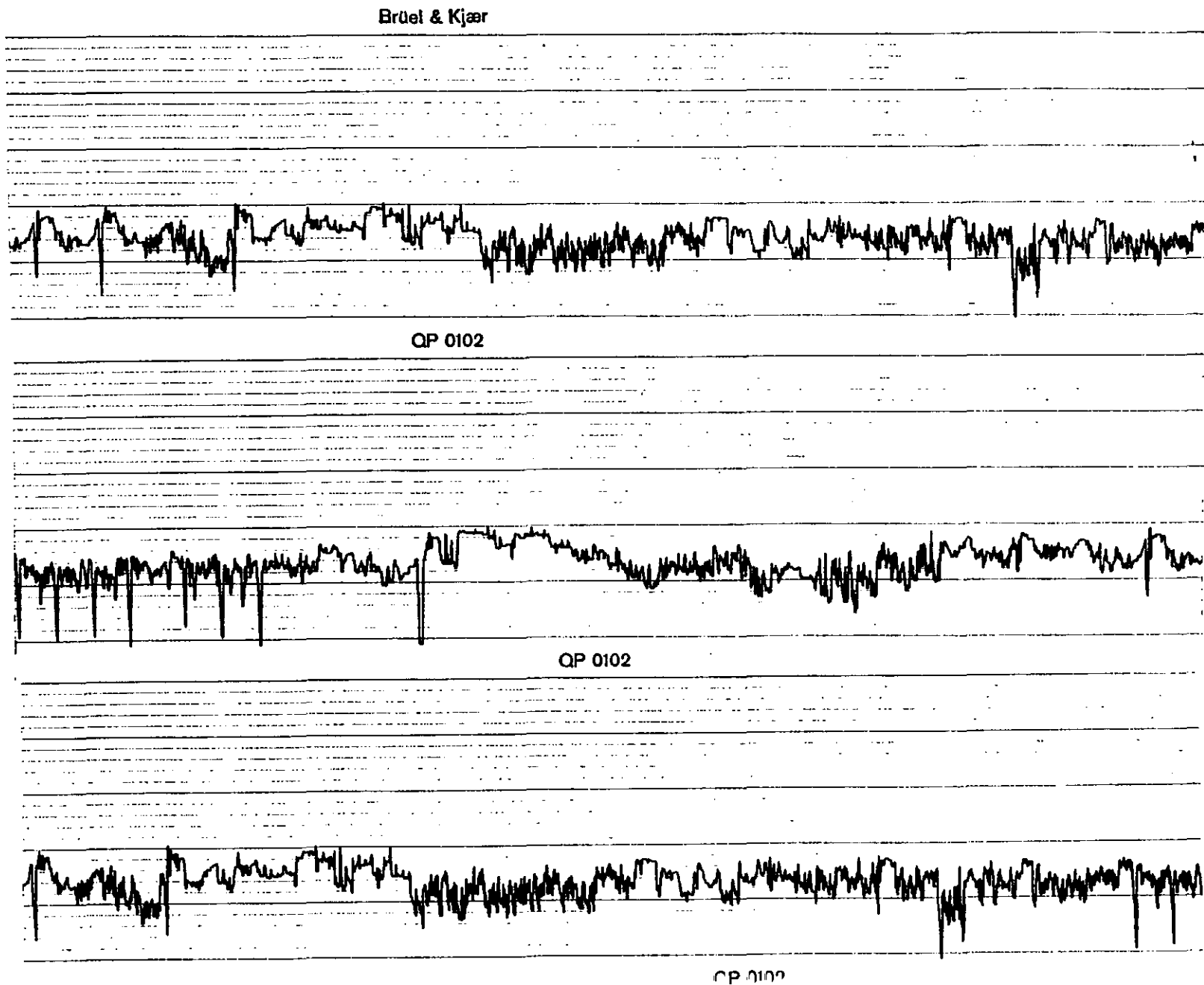
El análisis en frecuencias en bandas de tercio de octava, del sonido de música clásica se presenta en la tabla siguiente:

FRECUENCIA	NIVEL SONORO	FRECUENCIA	NIVEL SONORO
25	60	630	82,6
31,5	60	800	83,2
40	60	1K	71,5
50	62	1,25K	69,5
63	65,2	1,6K	74,3
80	72,7	2K	76,7
100	74,1	2,5K	74,4
125	79,7	3,15K	66,6
160	85,7	4K	63,7
200	91,6	5K	60
250	88,3	6,3K	60
315	92,7	8K	60
400	85,8	10K	60
500	87,1	12,5K	60

TABLA 1: Espectro en frecuencia del sonido de música clásica.

El registro en tiempo de este sonido se presenta en la figura 1.

FIGURA 1: Registro en tiempo del sonido de música clásica.



3.- AMBIENTE SONORO DESGRADABLE, definido como una situación acústica evaluada previamente por los sujetos como displacentera. En este caso, el ruido presentado como fondo ambiental en la cabina fue el de un taladro eléctrico, a un nivel de intensidad entre 83 y 85 dBA.

El análisis en frecuencias en bandas de tercio de octava del ruido de taladro eléctrico, se presenta en la tabla siguiente:

FRECUENCIA	NIVEL SONORO	FRECUENCIA	NIVEL SONORO
25	61	630	83,8
31,5	64,1	800	79,5
40	75	1K	72,1
50	78,7	1,25K	66,5
63	62,4	1,6K	74
80	69,4	2K	76,6
100	77,1	2,5K	71,3
125	78,2	3,15K	60
160	76,6	4K	60,7
200	76,3	5K	66
250	75,7	6,3K	61
315	76,9	8K	60
400	82,1	10K	60
500	87,3	12,5K	60

TABLA 2: Espectro en frecuencia del sonido de taladro eléctrico.

El registro en tiempo de este sonido se presenta en la figura 2.

Las condiciones acústicas de la cabina experimental fueron medidas con un sonómetro Brüel & Kjaer, y los espectros en frecuencias de cada uno de los sonidos experimentales fueron obtenidos con un analizador de frecuencias Brüel & Kjaer, modelo 2131

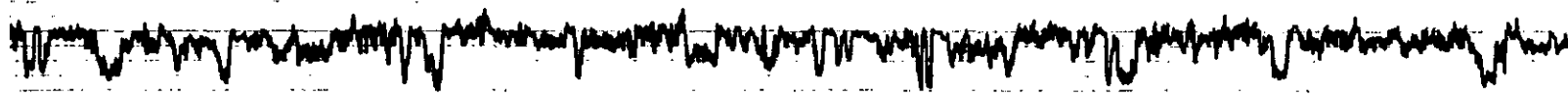
La selección de los sonidos presentados en las condiciones de ambiente sonoro agradable y ambiente sonoro desagradable fue realizada teniendo en cuenta los resultados experimentales previamente obtenidos por Santisteban (1987, 1988, 1989) en sus estudios sobre comportamiento humano frente a sonidos habituales, en los que la mayoría de los individuos evalúan los ambientes sonoros caracterizados por la presencia de música clásica como muy agradables o extremadamente agradables, y evalúan los ambientes sonoros caracterizados por la presencia de un ruido de taladro eléctrico como muy desagradables o extremadamente desagradables.

Brüel & Kjær

100000



QP 0102



QP 0102



QP 0102

FIGURA 2: Registro en tiempo del ruido de taladro eléctrico.

La evaluación subjetiva que los sujetos experimentales del presente estudio hacían de las distintas condiciones de sonido, bajo las que posteriormente debían trabajar, fue comprobada. En la primera sesión experimental se les pidió a los sujetos que evaluaran cada una de las condiciones sonoras en función de su agrado o desagrado, utilizando para ello la misma escala usada por Santisteban (1987, 1988, 1989). Esta escala continúa de evaluación tiene un recorrido o rango que va desde -10 a +10, donde -10 indica el máximo nivel de desagrado y +10 indica el máximo nivel de agrado.

Nosotros hemos realizado una subdivisión de la escala original en siete categorías, asignándolas a las siguientes valoraciones:

VALORES EN LA ESCALA	NIVEL DE AGRADO/DESAGRADO
-10 - 9 - 8	Extremadamente desagradable
- 7 - 6 - 5	Muy desagradable
- 4 - 3 - 2	Desagradable
- 1 0 + 1	Indiferente
+ 2 + 3 + 4	Agradable
+ 5 + 6 + 7	Muy agradable
+ 8 + 9 +10	Extremadamente agradable

Los resultados de esta evaluación previa, realizada por los sujetos que participaron en este estudio experimental (Ver tabla 3), coinciden plenamente con los resultados generales obtenidos por Santisteban (1987, 1988, 1989), e indican que el valor promedio asignado por los sujetos en la escala de agrado/desagrado al silencio es de siete (muy agradable), al sonido de música clásica es de ocho (extremadamente agradable), y al ruido del taladro eléctrico es de -9 (extremadamente desagradable).

EVALUACION SUBJETIVA	SONIDOS		
	SILENCIO	MUSICA CLASICA	TALADRO ELECTRICO
EXTREMADAMENTE AGRADABLE	54	64	0
MUY AGRADABLE	26	29	0
AGRADABLE	9	7	0
INDIFERENTE	11	0	0
DESAGRADABLE	0	0	1
MUY DESAGRADABLE	0	0	17
EXTREMADAMENTE DESAGRADABLE	0	0	82

TABLA 3: Porcentajes muestrales (N=75) en relación con las valoraciones subjetivas dadas a las diferentes condiciones de sonido.

B.2.- VARIABLE DEPENDIENTE.

La variable dependiente analizada fue el nivel de rendimiento alcanzado por los sujetos en una tarea de recuerdo libre de listas de palabras categorizadas. Cada una de las listas constaba de 20 palabras procedentes de cuatro categorías verbales C_i ($i = 1, \dots, 4$), y todas ellas compuestas por el mismo número de elementos $n_i = 5$.

El nivel de rendimiento obtenido por los sujetos fue determinado calculando:

- 1.- El número total de palabras recordadas correctamente por cada uno de los sujetos, en cada una de las condiciones de sonido.
- 2.- El número total de errores cometidos por cada uno de los sujetos, en cada una de las condiciones de sonido. En este número total de errores se contabilizó, tanto el número de palabras presentes en los protocolos de respuesta, pero que no habían sido presentadas en las listas originales, como el número de palabras presentes en los protocolos de respuesta que, si bien habían sido presentadas en las listas originales, el sujeto recordaba incorrectamente.

- 3.- El nivel en que los sujetos recordaban el material verbal presentado, agrupado en función de la categoría a la cual pertenecía, en cada una de las condiciones de sonido. Para dar un indicador del nivel de agrupamiento se seleccionó el índice ARC propuesto por Roenker, Thompson y Brown (1971) que viene dado por la siguiente expresión:

$$ARC = R - E(R) / [Máx R - E(R)]$$

Donde, R es el número total de repeticiones observadas en cada protocolo de respuesta, Máx R es el máximo número posible de repeticiones, y E(R) es el valor esperado del número de repeticiones. Tomamos como Máx R el mismo que toman Roenker, Thompson y Brown (1971), que es el dado por Darlymple-Alford (1971). O sea, Máx R = N - K, donde N es el número total de palabras recordadas correctamente por cada sujeto, y K es el número de categorías verbales presentes en el protocolo de respuesta del sujeto.

En cuanto al valor esperado del número de repeticiones $E(R) = (\sum n_i^2 / N) - 1$, donde n_i es el número de palabras recordadas para cada categoría i. La interpretación de éste índice se realiza teniendo en cuenta que puede tomar valores tanto positivos como negativos $ARC \leq 1$. El valor -1 indica el menor nivel de agrupamiento no explicable por simple azar, 0 indica un nivel de agrupamiento explicable simplemente por azar, y 1 indica el máximo nivel de agrupamiento no explicable por azar.

Hemos elegido este índice porque, de acuerdo con las observaciones hechas por Roenker, Thompson y Brown (1971), y comparandose el índice MRR, la puntuación C, el índice BBD, y la puntuación D con el índice ARC, el valor del índice ARC es el único que no varía en función de aquellas características de los protocolos de respuesta de los sujetos no relacionadas directamente con la cantidad relativa de agrupamiento, por lo que permite establecer comparaciones entre sujetos y entre grupos. De acuerdo con nuestra opinión, el índice ARC está libre de las limitaciones del resto de los índices, y provee una medida no contaminada de la cantidad relativa de agrupamiento en tareas de recuerdo libre.

Las limitaciones más importantes de los índices MRR, BBD, C y D son que, en el índice D y BBD, no está fijado el límite superior que indica un nivel de agrupamiento perfecto, y en el índice MRR y C no está fijada la puntuación que representa un agrupamiento explicable por simple azar. El límite superior para los índices D y BBD, y la puntuación que representa el agrupamiento por azar en los índices MRR y C dependen del número de categorías recordadas por el sujeto y de la distribución de los ítems recordados a lo largo de las categorías. Por su parte, la puntuación Z propuesta por Frankel y Cole (1971) no se considera adecuada puesto que su

valor depende del número de ítems recordados por el sujeto y, en ella, no está fijado el límite superior que indica un agrupamiento perfecto.

B.3.- VARIABLES CONTROLADAS.

En el proceso de experimentación se controlaron aquellas variables que se consideraban que podían influir de forma significativa en el comportamiento de los sujetos experimentales enmascarando los resultados. Estas variables fueron las siguientes:

- 1.- *Interferencia entre listas de palabras.*
Esta posible interferencia se ha controlado presentando cada una de las tres listas de palabras con un intervalo de tiempo entre listas de una semana.
- 2.- *Hora del día en que se realizaba la tarea.*
Para evitar sesgos en este sentido, cada sujeto experimental asistió a cada una de las tres sesiones experimentales a la misma hora del día.
- 3.- *Orden de presentación de las condiciones de sonido.*
Esta variable experimental se ha controlado contrabalanceando las condiciones de sonido con las sesiones experimentales, de forma tal que si bien todos los sujetos estuvieron expuestos a las tres condiciones de sonido, no todos las recibieron en el mismo orden.
- 4.- *Nivel de dificultad de las listas de palabras.*
Los sesgos que podían provenir de la facilidad/dificultad de las listas, se controló presentando listas de similar dificultad. Este nivel de dificultad fue calculado previamente en función de los resultados obtenidos en un estudio piloto, obteniéndose un valor promedio de 0,54.
- 5.- *Condiciones ambientales de la cabina.*
Todos los sujetos experimentales trabajaron durante las tres sesiones en la misma cabina, acondicionada de forma tal que simulase un aula de estudio. Asimismo, el nivel de intensidad del sonido registrado en la cabina se revisó antes de cada sesión experimental, de forma que los niveles estuviesen, en todos los casos, entre los valores indicados en el apartado donde describimos la variable independiente.

6.- *Instrucciones.*

Las instrucciones fueron idénticas en todas las sesiones experimentales y para todos los sujetos, y fueron dadas verbalmente por el mismo experimentador. Las instrucciones fueron:

A continuación les presentaré una lista de palabras, de una en una. Deben fijarse detenidamente en cada una de ellas, y al finalizar la presentación, deberán recordar el mayor número de palabras posibles en el tiempo disponible para ello y escribirlas en la hoja de respuesta adjunta en el orden en que las hayan recordado.

7.- *Tiempo de exposición a las condiciones de sonido.*

En todos los casos, el tiempo de exposición a cada una de las condiciones sonoras fue idéntico (cuatro minutos) y cada condición de sonido estaba presente, tanto en el período de presentación de las palabras que conformaban las listas, como en el período durante el cual los sujetos recordaban y daban sus respuestas.

C.- **DESCRIPCION DE LA TAREA Y DEL MATERIAL VERBAL PRESENTADO.**

Tal y como se indicó con anterioridad, la tarea que debían realizar los sujetos experimentales era una *tarea de recuerdo libre de listas de palabras categorizadas*. En este sentido, se elaboraron tres listas de palabras pertenecientes a diferentes categorías con, aproximadamente, igual nivel de facilidad. Los sujetos trabajaron con una única lista en cada una de las sesiones experimentales, bajo cada una de las condiciones de sonido. Cada lista de palabras estaba compuesta por 20 palabras pertenecientes a una de cuatro categorías verbales, con un total de cinco palabras por categoría. Cada lista de palabras constaba de dos categorías verbales fijas: naturaleza y profesiones/ocupaciones, y de dos categorías seleccionadas de entre tres categorías combinadas de dos en dos, de forma que cada una apareciese en dos listas distintas: términos científicos, objetos relacionados con el estudio en general y objetos relacionados con la alta tecnología. Específicamente, las listas experimentales (Ver anexo I) quedaron conformadas de la siguiente manera:

- LISTA A: Naturaleza, profesiones/ocupaciones, términos científicos, y estudio.
- LISTA B: Naturaleza, profesiones/ocupaciones, tecnología, y términos científicos.
- LISTA C: Naturaleza, profesiones/ocupaciones, tecnología, y estudio.

El 81,7% del total de palabras presentadas en las tres listas tenían una longitud de entre dos y cuatro sílabas.

Las palabras fueron presentadas sucesivamente en el centro de una pantalla de vídeo en orden pseudo-aleatorio, bajo la condición de que dos palabras de la misma categoría no apareciesen la una seguida de la otra. Cada palabra estaba expuesta en la pantalla durante dos segundos, con un intervalo de tiempo entre palabras de 0,5 segundos.

Una vez presentada la lista de palabras, los sujetos debían, en un período de tiempo de tres minutos, recordar el mayor número de palabras posible y escribirlas en la hoja de respuesta en el orden en que las mismas habían sido recordadas. En ningún caso se instruyó a los sujetos para que realizaran esfuerzo alguno adicional por trabajar de forma más rápida o de manera más o menos exacta.

C.1.- ESTUDIO PILOTO PARA LA DETERMINACION DE LAS LISTAS DE PALABRAS EXPERIMENTALES.

Las listas de palabras utilizadas en el experimento se elaboraron partiendo de los resultados que obtuvimos previamente en un estudio piloto desarrollado a tal efecto, con una muestra de sujetos seleccionados al azar de entre la misma población de entre la que, posteriormente, se seleccionaron los sujetos experimentales.

En el citado estudio experimental, en primer lugar, se seleccionaron cinco categorías verbales de manera que dos de ellas incluyesen palabras conocidas por la generalidad de las personas y las otras tres fuesen categorías verbales que agrupasen palabras cuyo conocimiento estaba más limitado a personas de nivel educativo y cultural medio y alto. Las categorías así seleccionadas fueron: naturaleza, profesiones/ocupaciones, objetos relacionados con el estudio en general (estudio), objetos relacionados con la alta tecnología (tecnología), y términos científicos. Estas categorías incluían palabras del tipo:

A) Naturaleza: águila, pepino, merluza, halcón, alondra, caballo, ardilla, loro, hormiga, trucha, zanahoria, leopardo, lechuza, etc..

B) Profesiones/ocupaciones: geólogo, policía, profesor, cantante, bailarín, traductor, carpintero, secretaria, farmacéutico, mecánico, actor, portero, etc..

C) Estudio: beca, diccionario, pupitre, matrícula, aula, calculadora, gráfico, tiza, biblioteca, lápiz, tesis, facultad, pizarra, etc..

D) Tecnología: láser, radar, chip, espectroscopio, microordenador, fotocelula, reactor, teleobjetivo, etc..

E) Términos científicos: problema, deducción, correlación, media, cálculo, variable, axioma, causalidad, experimento, ley, análisis, álgebra, etc..

Las listas de palabras de prueba fueron elaboradas seleccionando al azar, de entre las palabras incluidas en cada una de las categorías, las palabras que constituirían cada una de las tres listas de prueba. Cada lista estuvo conformada por cuatro categorías verbales, con un total de 52 palabras por lista (13 palabras por cada categoría verbal). Ninguna de las palabras incluidas en cada una de las listas aparecía en más de una lista y, en ningún caso, dos palabras que perteneciesen a la misma categoría verbal aparecían la una a continuación de la otra. Las listas de prueba utilizadas en el estudio piloto quedaron así conformadas de la siguiente manera:

- LISTA DE PRUEBA 1: Naturaleza, profesiones/ocupaciones, términos científicos, y estudio.
- LISTA DE PRUEBA 2: Naturaleza, profesiones/ocupaciones, términos científicos, y tecnología.
- LISTA DE PRUEBA 3: Naturaleza, profesiones/ocupaciones, estudio, y tecnología.

Las tres listas de prueba fueron presentadas visualmente a un total de 224 sujetos, y bajo condiciones de silencio. Los sujetos fueron se asignaron al azar a dos grupos que diferían en el orden en que recibían las listas: Grupo 1: Lista 2, 3, 1; Grupo 2: Lista 3, 1, 2. Las listas de palabras fueron presentadas con un intervalo de tiempo entre listas de cinco días, y cada una de las palabras tenía un tiempo de exposición de tres segundos, con un intervalo de tiempo entre palabras de un segundo.

La tarea de los sujetos que participaron en el estudio piloto consistía en recordar y escribir, en un período de tiempo de cuatro minutos, el mayor número de palabras que pudiesen y en el orden en que las habían recordado. Las instrucciones dadas fueron exactamente las mismas que las recibidas por los sujetos experimentales.

Con objeto de calcular el nivel de dificultad de cada una de las palabras, de cada una de las categorías, y de cada una de las listas, se contabilizó el número de sujetos que recordaban correctamente cada una de las palabras, el número de palabras recordadas por cada categoría, y el número total de palabras recordadas por cada sujeto en cada una de las listas.

Los resultados pusieron de manifiesto que, comparando las tres listas de palabras de prueba, todas ellas tenían aproximadamente el mismo nivel de dificultad (Nivel promedio de dificultad de las tres listas de prueba: 0,67). Asimismo, se observó que, tal y como era de esperar, las categorías que incluían palabras cuyo conocimiento era más general tenían un nivel promedio de dificultad más bajo que aquellas que incluían palabras cuyo conocimiento era menos generalizado.

CATEGORIAS	NIVEL DE DIFICULTAD
NATURALEZA	0,62
PROFESIONES/OCUPACIONES	0,64
TECNOLOGIA	0,76
TERMINOS CIENTIFICOS	0,71
ESTUDIO	0,63

TABLA 4: Nivel promedio de dificultad por categoría.

Se observa que una de las categorías verbales consideradas como específica, a saber la categoría estudio, presentaba un nivel promedio de dificultad superior al de las otras dos categorías también consideradas específicas (tecnología y términos científicos). Esto, no obstante, no es sorprendente si tenemos en cuenta que los sujetos que participaron en este estudio piloto eran todos estudiantes universitarios.

En función del nivel promedio de dificultad de cada una de las palabras, se seleccionaron aquellas que, posteriormente, conformarían las listas experimentales definitivas, eliminándose todas aquellas palabras que resultaron con un nivel de dificultad extremadamente alto o bajo. De esta forma, cada una de las listas experimentales quedó conformada por palabras cuyo nivel de dificultad estaba entre 0,70 y 0,30, de manera que no hubiese diferencias significativas en el nivel promedio de dificultad de cada una de las listas definitivas que se utilizarían en el estudio experimental (Ver tabla 5)

LISTA	NIVEL PROMEDIO DE DIFICULTAD POR CATEGORIA	NIVEL PROMEDIO DE DIFICULTAD LISTA
A	NATURALEZA: 0,56 PROFESIONES: 0,52 T. CIENTIFICOS: 0,58 ESTUDIO: 0,49	0,54
B	NATURALEZA: 0,57 PROFESIONES: 0,53 T. CIENTIFICOS: 0,57 TECNOLOGIA: 0,55	0,55
C	NATURALEZA: 0,55 PROFESIONES: 0,53 TECNOLOGIA: 0,53 ESTUDIO: 0,52	0,53

TABLA 5: Nivel promedio de dificultad en cada categoría y en cada una de las listas empleadas en el estudio experimental.

Adicionalmente a la ejecución de la tarea de recuerdo libre de listas de palabras categorizadas, los sujetos experimentales debían responder a dos cuestionarios. En uno de ellos, presentado antes de comenzar la primera sesión experimental, los sujetos debían dar su opinión sobre el nivel de agrado o desagrado que les causaba cada una de las condiciones de sonido bajo las que, posteriormente, debían trabajar (Ver anexo II). Este cuestionario se administró con objeto de corroborar que los sujetos que participaban en este estudio tenían una opinión sobre las condiciones de sonido manipuladas que coincidía, en general, con los resultados obtenidos por Santisteban (1987, 1988, 1989), pues estos resultados fueron tomados como base previa para asignar los sonidos de música clásica y taladro eléctrico a las condiciones de ambiente sonoro agradable y ambiente sonoro desagradable.

El segundo cuestionario estaba dirigido a obtener información de cómo los sujetos experimentales evaluaban subjetivamente, en qué medida cada una de las condiciones de sonido bajo las que habían realizado la tarea, había influido negativa o positivamente sobre su nivel de rendimiento, y hasta qué punto trabajar en cada una de dichas condiciones les había resultado agradable o desagradable (Ver anexo III). Este cuestionario se administró para cada condición de sonido e inmediatamente después de que los sujetos habían realizado la tarea bajo esa condición de sonido.

5.- ANALISIS Y RESULTADOS.

A continuación se presentan los análisis dirigidos a realizar la contrstación de las hipótesis, así como los resultados obtenidos. Las técnicas de análisis estadístico utilizadas han sido los correspondientes análisis de varianza. Para estos análisis se empleó en programa BMDP2V.

A.- VALORACIONES SUBJETIVAS DADAS POR LOS SUJETOS EXPERIMENTALES, ACERCA DE LAS CONDICIONES SONORAS Y DE SU RENDIMIENTO BAJO DICHAS CONDICIONES PRE/POST EXPOSICION.

A.1.- EVALUACIONES SUBJETIVAS DADAS A LAS DIFERENTES CONDICIONES DE SONIDO, ANTES DE SOMETERSE A SU EXPOSICION.

El análisis de los resultados obtenidos a partir de las respuestas dadas por los sujetos experimentales al cuestionario donde se les pedía su opinión sobre las condiciones de sonido en las que luego realizarían la tarea de recuerdo de listas de palabras categorizadas puso de manifiesto que, en primer lugar, cuando las personas deben elegir bajo qué condición acústica prefieren desarrollar determinadas actividades, la gran mayoría, prefieren realizar en silencio aquellas actividades que implican prestar atención, recordar información, y organizar y procesar dicha información. En contraposición, prefieren realizar las actividades que implican repetitividad, monotonía, bajos niveles de concentración y de procesamiento activo de la información, bajo una situación ambiental donde haya música. Sólo con una excepción, los sujetos no desean desarrollar actividad alguna bajo una situación donde haya un ruido tal como el de taladro eléctrico (Ver gráfico 1).

Estos resultados, en cierta medida, coinciden con la opinión previa que los sujetos manifiestan sobre el nivel de agrado/desagrado que les produce cada sonido, antes de que estuviesen expuestos a dichas condiciones de sonido. En este sentido, y como ya se comentó, el 54% de los sujetos experimentales considera al silencio como una condición

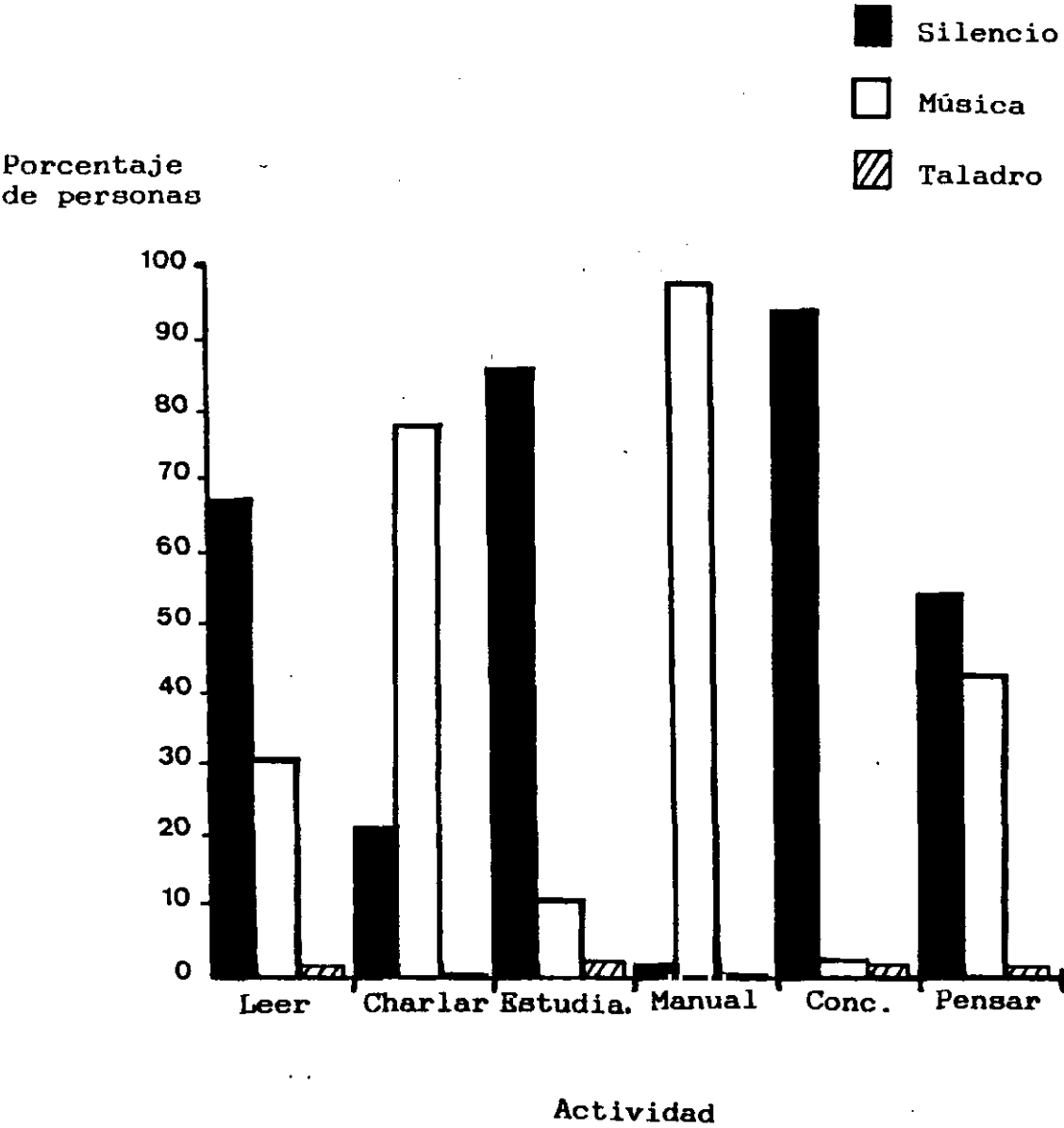


GRAFICO 1: Porcentaje de personas que indican su preferencia sobre el desarrollo de determinadas actividades bajo cada una de las condiciones de sonido (silencio, música, taladro eléctrico).

sonora extremadamente agradable y el 26% la evalúa como muy agradable, obteniéndose un valor promedio de siete puntos de acuerdo con los valores asignados en la escala de intervalos cerrados empleada por Santisteban (1987, 1988, 1989), lo que indica una evaluación del silencio como una condición sonora muy agradable. Por su parte, la música es considerada por el 64% de los sujetos experimentales como extremadamente agradable y por el 29% como muy agradable, adjudicandosele un valor promedio en la escala de ocho puntos, lo que indica una evaluación de la música como extremadamente agradable. Finalmente, el ruido del taladro eléctrico es evaluado como una condición sonora en extremo desagradable por el 82% de los sujetos experimentales y como muy desagradable por el 17% de los individuos, siendo el valor promedio asignado en la escala de agrado/desagrado de -9 puntos, lo que indica una evaluación del ruido del taladro eléctrico como extremadamente desagradable.

En concordancia con estos últimos resultados, el análisis de las respuestas dadas por los sujetos experimentales cuando se les pedía que evaluaran las condiciones de sonido en orden de preferencia de la más a la menos placentera puso de manifiesto que, como era de esperar, el ruido del taladro eléctrico es considerado por, prácticamente, el 100% de los sujetos experimentales como el menos placentero. Por su parte, comparando el silencio con la música, se observa que el 55% de los sujetos experimentales ubican al silencio en segundo lugar de preferencia y que el 56% ubica en primer lugar de preferencia a la música (Ver gráfico 2). Sin duda alguna, esto coincide con los resultados anteriores, indicando que cuando las personas no están expuestas a ningún sonido en particular y se les pide que evalúen determinados sonidos, la música es preferida y evaluada como más agradable que el silencio, condición ésta que aún siendo evaluada como deseable y agradable lo es menos que la música. Esta preferencia por la música en comparación al silencio está claramente determinada por el tipo de actividad que los sujetos deban realizar y el orden de preferencia aquí indicado se observa cuando las personas evalúan los sonidos sin referencia a una actividad dada.

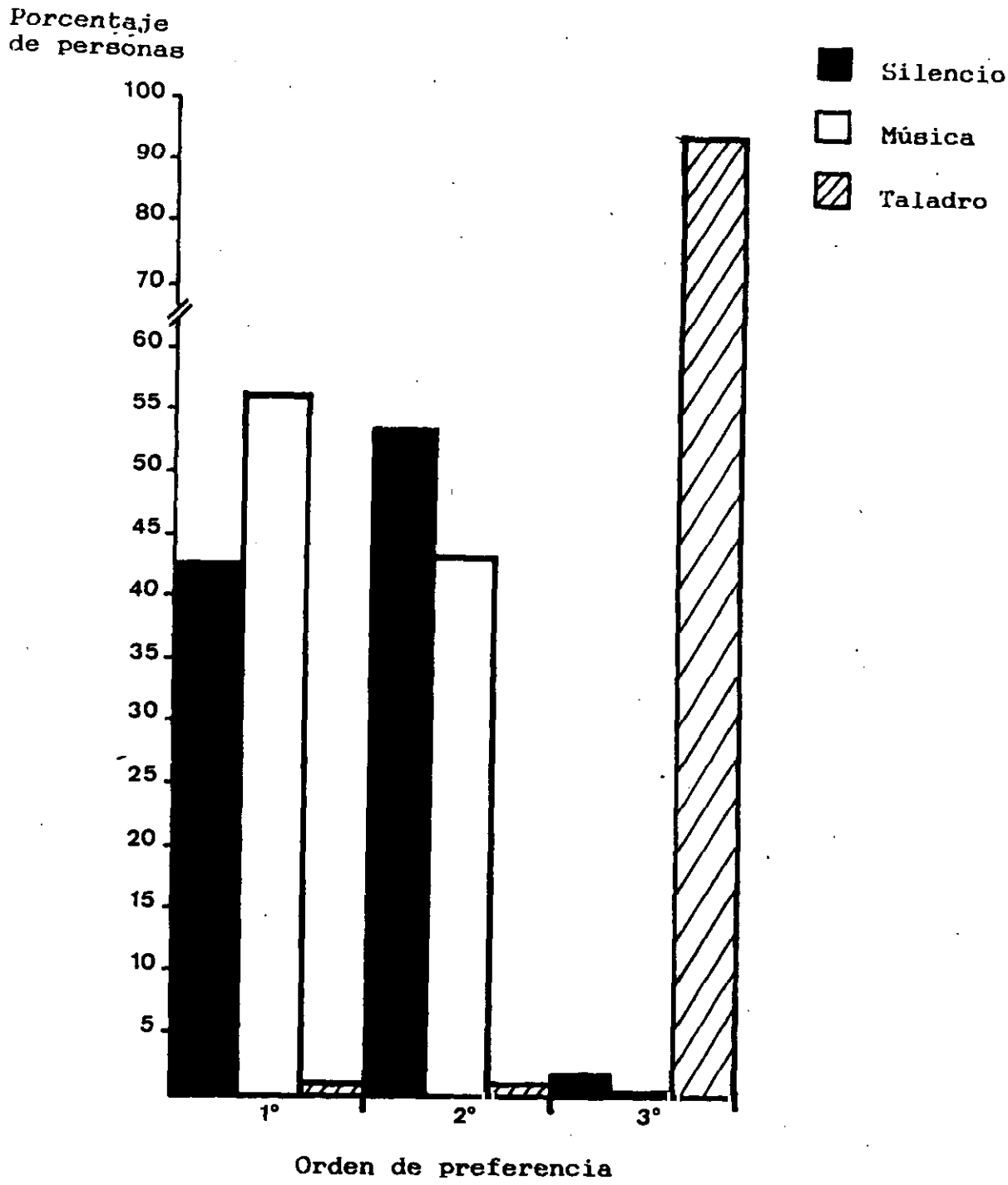


GRAFICO 2: Porcentaje de personas que ubican a cada una de las condiciones de sonido en primer, segundo y tercer lugar de preferencia antes de trabajar bajo dichas condiciones de sonido.

A.2.- EVALUACIONES SUBJETIVAS DADAS A LAS DIFERENTES CONDICIONES DE SONIDO, DESPUES DE LA EXPOSICION.

Los resultados obtenidos en relación a las respuestas de los sujetos experimentales a los tres cuestionarios post-sesiones experimentales donde debían evaluar subjetivamente la influencia de cada condición de sonido sobre su nivel de rendimiento en la tarea de recuerdo de listas de palabras categorizadas, muestran que en cuanto al nivel de agrado/desagrado (Ver tabla 6) que les produjo trabajar bajo cada una de las condiciones de sonido, los sujetos consideran que trabajar bajo la condición de silencio, aquí definida como ausencia de cualquier sonido experimental con nivel de intensidad en la sala menor o igual a 60 dBA, es muy agradable, asignándole un valor promedio en la escala de agradabilidad de seis puntos.

En relación con la condición de sonido denominada ambiente sonoro agradable, y definida como la presencia de una pieza de música clásica con nivel de intensidad en la cabina entre 74 y 76 dBA, trabajar bajo esta condición sonora les resulta agradable, asignándole un valor promedio en la escala de agradabilidad de tres puntos.

Finalmente, y en cuanto a la evaluación de la condición sonora denominada ambiente sonoro desagradable, y definida como la presencia del ruido de un taladro eléctrico con nivel de intensidad en la cabina entre 83 y 85 dBA, los sujetos experimentales consideran que trabajar bajo esta condición de sonido les resulta muy desagradable, asignándole un valor promedio en la escala de agradabilidad de -6 puntos.

GRUPO DE SUJETOS	CONDICIONES DE SONIDO		
	SILENCIO	MUSICA	TALADRO
1	6,61538	0,38462	-6,92308
2	5,83333	1,16667	-7,00000
3	5,53846	3,61538	-6,23077
4	6,00000	1,41667	-4,33333
5	5,61538	5,92308	-7,23077
6	6,76923	3,30769	-6,15385
PROMEDIO	6,06579	2,67105	-6,32895

TABLA 6: Valor promedio asignado, en la escala de agrado/desagrado, a cada condición de sonido después del período de exposición.

Como se puede deducir de los datos presentados en el apartado A y en la tabla 6, la opinión que los sujetos tienen sobre las distintas condiciones de sonido dependen, no sólo de la condición de sonido en sí misma, sino está en función de que los sujetos estén expuestos a dicha condición cuando realizan una determinada actividad.

Como se recordará, en la evaluación previa, los sujetos afirmaban que preferían realizar actividades que implican prestar atención, recordar información, así como organizar y procesar dicha información, en silencio. La tarea de recuerdo de listas de palabras categorizadas implica a todos estos procesos, y los sujetos, una vez que han trabajado bajo distintas condiciones de sonido, mantienen su opinión de que trabajar bajo silencio es muy agradable.

Asimismo, en la evaluación previa, los sujetos mostraban un claro desagrado frente al ruido del taladro eléctrico y consideraban que no deseaban realizar actividad alguna bajo esta condición. Esta opinión se mantiene después de que los sujetos trabajaban realmente bajo esta condición sonora.

Esta tendencia de clara coincidencia por parte de los sujetos en la evaluación de las condiciones de sonido como más o menos agradables antes y después de que realizan una actividad mental, parece romperse cuando analizamos detalladamente lo sucedido en la condición de música clásica (Ver tabla 7). Cuando los sujetos evalúan la condición de música clásica antes de estar expuestos a dicha condición, consideran que la misma es extremadamente agradable y, de hecho, un alto porcentaje de los sujetos la ubican en primer lugar de preferencia, pero una vez que los sujetos han trabajado bajo dicha condición sonora la evalúan solamente como agradable. Quizás la explicación de este cambio se deba a que, como se ha dicho en el apartado A, la presencia de música era más o menos preferida por los sujetos dependiendo de la actividad que tuviesen que realizar. En este sentido, la música era preferida solamente en el caso de que los sujetos realizaran actividades que implican repetitividad, monotonía, bajos niveles de concentración y de procesamiento activo de la información, pero no la estimaban como deseable cuando la tarea a realizar conlleva procesos de atención, retención y posterior recuperación de la información.

EVALUACION	CONDICIONES DE SONIDO		
	SILENCIO	MUSICA	TALADRO
ANTES	7	8	-9
DESPUES	6	3	-6

TABLA 7: Valores promedio asignados en la escala de agradabilidad a cada una de las condiciones de sonido, antes y después de haber trabajado bajo dichas condiciones.

De acuerdo con los datos que se muestran en la tabla 8, analizando los resultados obtenidos, se observa que la opinión subjetiva que dan los sujetos experimentales en relación al efecto positivo o negativo que cada condición de sonido tiene sobre sus niveles de rendimiento en la tarea, el trabajar bajo la condición de silencio tiene efectos muy positivos, y el trabajar en presencia del ruido de taladro eléctrico tiene efectos negativos. Sin embargo, la presencia de música clásica no dicen que tenga efecto alguno sobre el nivel de rendimiento alcanzado por los sujetos.

GRUPO DE SUJETOS	CONDICIONES DE SONIDO		
	SILENCIO	MUSICA	TALADRO
1	6,30769	-1,07692	-3,07692
2	4,58333	-3,58333	-4,50000
3	4,53846	-1,38462	-3,53846
4	5,91667	-1,66667	-3,50000
5	5,23077	1,69231	-4,84615
6	5,53846	-1,61538	-4,76923
PROMEDIO	5,35526	-1,23684	-4,03947

TABLA 8: Valores promedio asignados por los sujetos a cada condición de sonido, en relación con sus apreciaciones subjetivas de los efectos sobre el rendimiento.

Finalmente, se han analizado las respuestas dadas por los sujetos cuando, en la última sesión experimental, se les pedía que ordenasen las condiciones de sonido bajo las que habían trabajado en orden de preferencia de la más a la menos placentera. Tal y como se refleja en el gráfico 3, se observa que, una vez que los sujetos han trabajado bajo las distintas condiciones de sonido, el orden de preferencia es claro: en primer lugar silencio, en segundo lugar música, y en tercer lugar el ruido del taladro eléctrico. Este orden de preferencia contrasta con el resultante de la evaluación previa de los sonidos en el que, como se expone en el gráfico 2, la música precede al silencio.

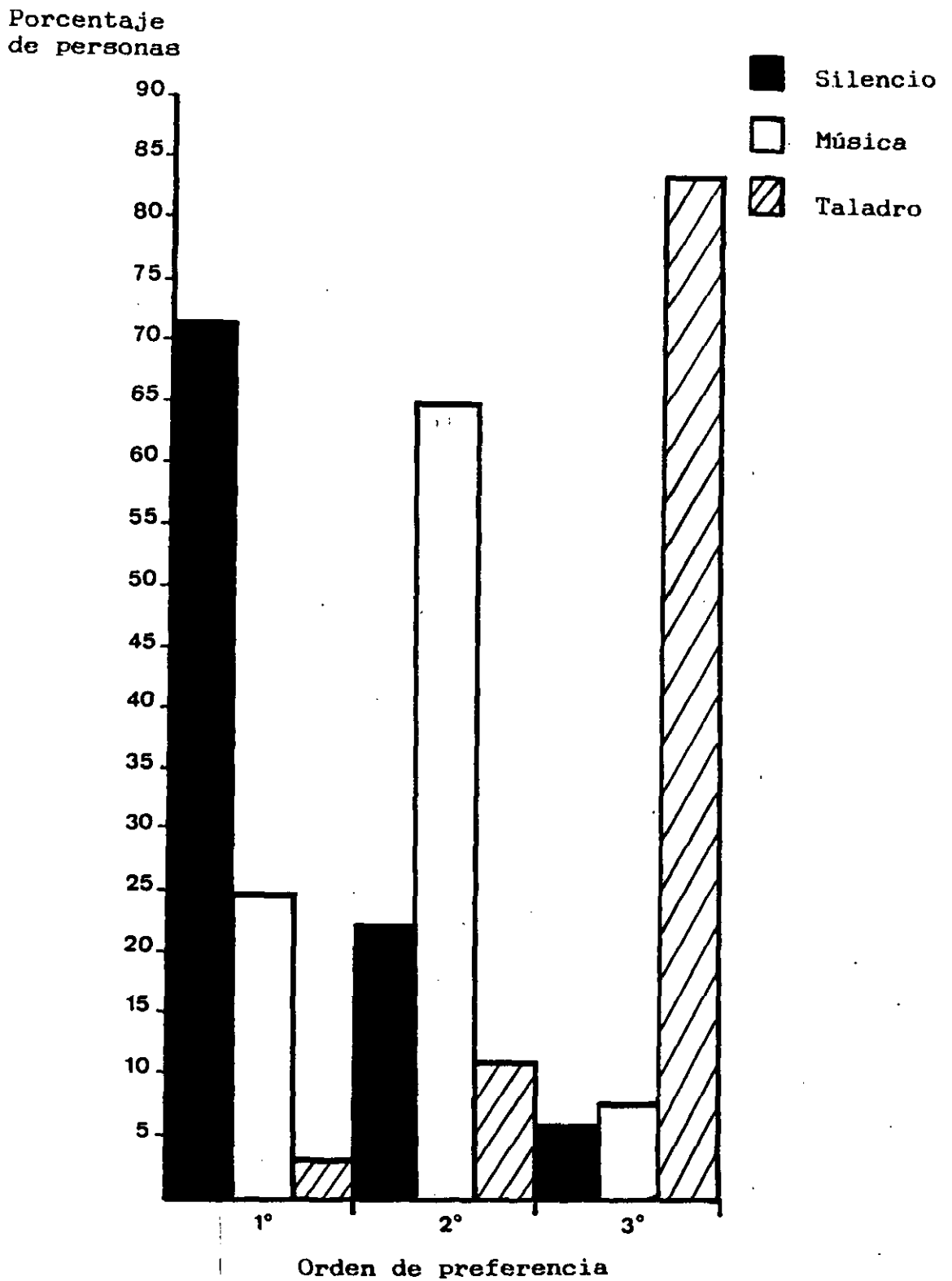


GRAFICO 3: Porcentaje de personas que ubican a cada una de las condiciones de sonido en primer, segundo y tercer lugar de preferencia después de que han trabajado bajo dichas condiciones de sonido.

B.- EFECTO DE LAS CONDICIONES DE SONIDO SOBRE EL NIVEL DE RENDIMIENTO ALCANZADO.

El rendimiento de los sujetos experimentales en la tarea se ha medido por el número promedio de palabras recordadas correctamente. El análisis de varianza realizado pone de manifiesto que no hay efectos principales significativos de las condiciones de sonido sobre el número promedio de palabras recordadas ($F = 1,80$) a un nivel de significación de 0,01 (Ver tabla 9). Es decir, los sujetos recuerdan el mismo número promedio de palabras, independientemente de que trabajen bajo silencio, ambiente sonoro agradable, o ambiente sonoro desagradable, aún cuando, desde un punto de vista descriptivo, se observa una ligera tendencia a que el número promedio de palabras recordadas sea menor cuando los sujetos trabajan bajo la condición donde se presenta el sonido de música clásica y en la que se presenta el ruido de taladro eléctrico.

GRUPO DE SUJETOS	CONDICIONES DE SONIDO		
	SILENCIO	MUSICA	TALADRO
1	11	8	11
2	11	10	11
3	9	10	10
4	11	11	9
5	12	12	11
6	12	10	10
PROMEDIO	11	10	10

TABLA 9: Número promedio de palabras recordadas en cada grupo de sujetos, bajo cada condición de sonido.

De igual forma, el análisis de varianza indicó que, como se muestra en la tabla 10, no hay efectos principales significativos del orden de presentación de las condiciones de sonido sobre el número de palabras recordadas correctamente ($F = 1,28$) a un nivel de significación de $\alpha = 0,01$. No obstante, la interacción sesión experimental por orden de presentación de las condiciones de sonido sí alcanza el nivel de significación estadística ($F = 4,34$). En relación con esta interacción, los datos indican que hay una clara tendencia a que los sujetos recuerden menos palabras

en la segunda sesión experimental, independientemente de que la condición bajo la que trabajan sea la de silencio, la de música, o la de taladro eléctrico.

ORDEN DE PRESENTACION DE LAS CONDICIONES DE SONIDO	NUMERO PROMEDIO DE PALABRAS RECORDADAS CORRECTAMENTE
SILENCIO-MUSICA-TALADRO	10
TALADRO-MUSICA-SILENCIO	11
MUSICA-SILENCIO-TALADRO	10
SILENCIO-TALADRO-MUSICA	10
TALADRO-SILENCIO-MUSICA	12
MUSICA-TALADRO-SILENCIO	11

TABLA 10: Número promedio de palabras recordadas en función del orden de presentación de las condiciones sonoras.

Analizando detalladamente los protocolos de respuesta de los sujetos experimentales se observa que el número de palabras correctamente recordadas en cada categoría verbal varía en función de la categoría específica y de la condición de sonido bajo la que trabajan los sujetos. Específicamente se observa que, con la categoría profesiones/ocupaciones, hay una tendencia a que bajo condiciones de ruido, tanto agradable como desagradable, el porcentaje de personas que recuerdan una sola palabra de la categoría aumente, y que el porcentaje de personas que recuerdan cuatro palabras disminuya. El porcentaje de personas que recuerdan dos palabras aumenta bajo la condición de ambiente sonoro agradable y, sorpresivamente, el porcentaje de personas que recuerdan tres palabras de la categoría aumenta bajo la condición de ambiente sonoro desagradable. El porcentaje de personas que recuerdan las cinco palabras de la categoría es muy bajo y más o menos constante en todas las condiciones de sonido (Ver gráfico 4).

Al trabajar con la categoría naturaleza, el porcentaje de personas que recuerdan una sola palabra es bajo y constante en las tres condiciones de sonido. El porcentaje de personas que recuerdan dos y tres palabras de la categoría aumenta bajo la condición de ambiente sonoro agradable y disminuye bajo la condición de ambiente sonoro desagradable. El porcentaje de sujetos que recuerdan cuatro palabras es mayor bajo la condición de taladro eléctrico, que en las otras dos condiciones sonoras. El porcentaje de personas que recuerdan las cinco palabras de la categoría es bajo, en todas las condiciones de sonido, y particularmente bajo en la condición de ambiente sonoro desagradable (Ver gráfico 5).

Porcentaje
de personas

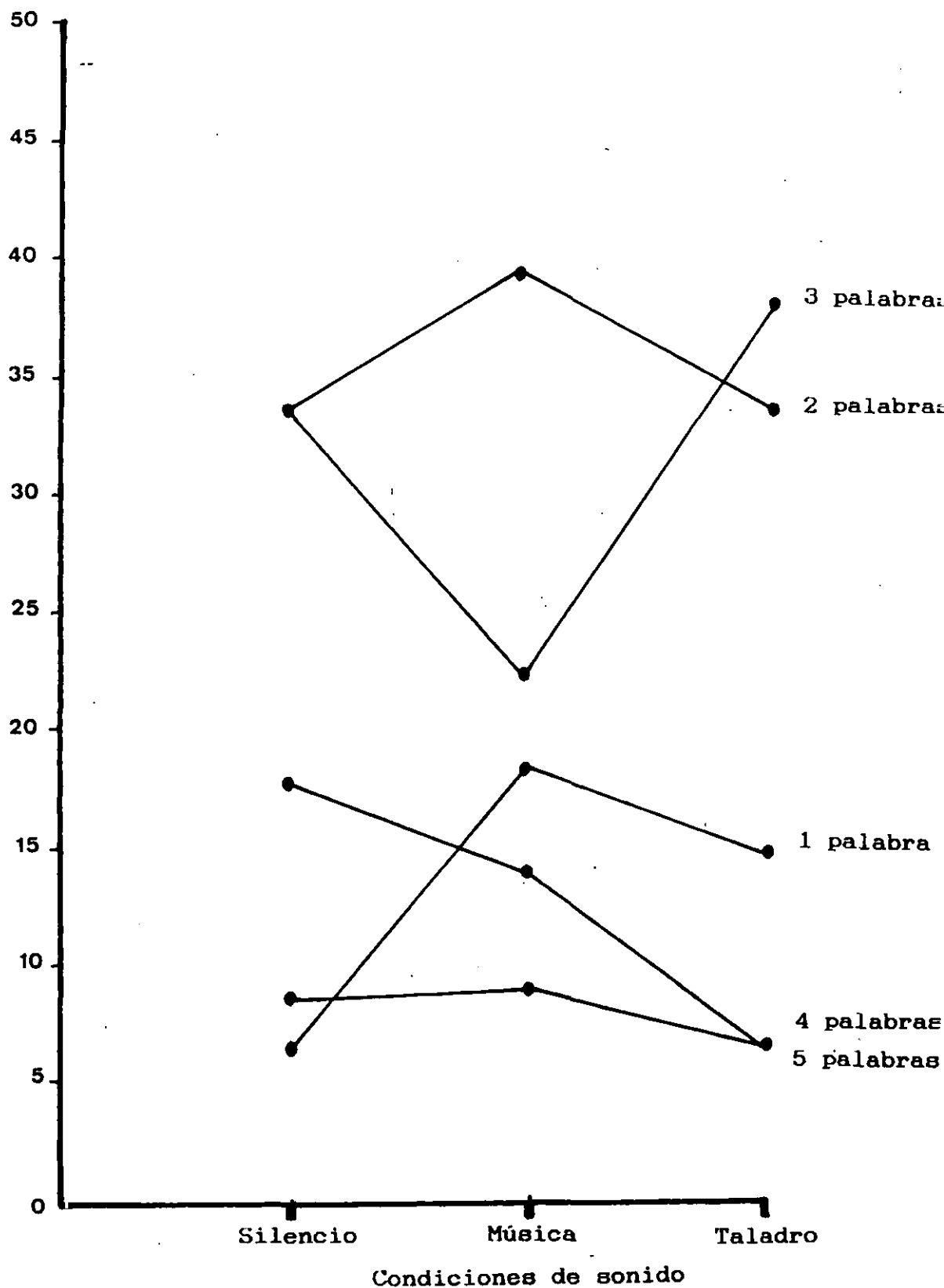


GRAFICO 4: Porcentaje de personas que recuerdan una, dos, tres, cuatro y cinco palabras de la categoría verbal *profesiones/ocupaciones* en función de las condiciones sonoras.

Porcentaje
de personas

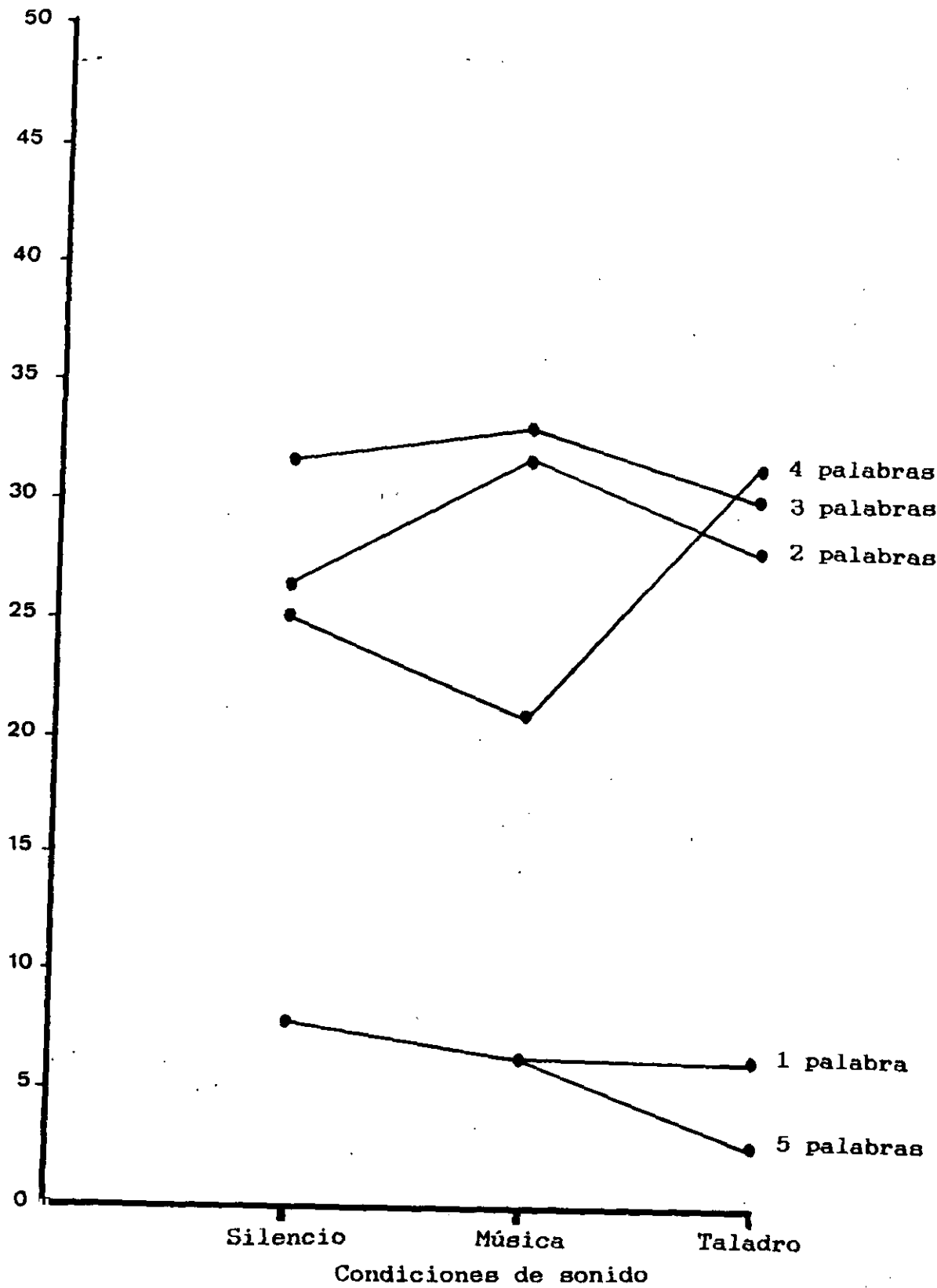


GRAFICO 5: Porcentaje de personas que recuerdan una, dos, tres, cuatro y cinco palabras de la categoría verbal *naturaleza* en función de las condiciones sonoras.

Como muestra el gráfico 6, y al igual que sucede con la categoría profesiones/ocupaciones, en la categoría términos científicos el porcentaje de personas que recuerdan una única palabra de la categoría aumenta bajo las condiciones de ruido, ya sea agradable o desagradable. De igual forma, el porcentaje de personas que recuerdan dos y cinco palabras disminuye bajo condiciones de ruido, particularmente bajo la condición de ambiente sonoro desagradable. El porcentaje de personas que recuerdan tres palabras tiende a aumentar bajo las condiciones de ruido agradable y desagradable. El porcentaje de personas que recuerdan cuatro palabras es mayor bajo la condición de ambiente sonoro desagradable, que bajo las otras dos condiciones de sonido.

En cuanto a la categoría estudios, también hubo una tendencia a que el porcentaje de personas que recuerdan una sola palabra de la categoría aumente bajo condiciones de ruido, comparándolas con la de silencio. El porcentaje de personas que recuerdan dos palabras disminuye, tanto en la condición de música, como en la de taladro, pero esta disminución es mucho más marcada bajo la condición de ambiente sonoro agradable. Por su parte, el porcentaje de personas que recuerdan tres y cinco palabras de la categoría aumenta bajo la condición de ambiente sonoro agradable, y el porcentaje de personas que recuerdan cuatro palabras disminuye bajo condiciones de ruido, al comparar estas condiciones con la de silencio (Ver gráfico 7).

Por último, y en relación con la categoría tecnología, se observa que el porcentaje de personas que recuerdan solamente una palabra es alto y que dicho porcentaje disminuye al comparar la condición de silencio con las condiciones de ruido agradable y desagradable. En contraposición, el porcentaje de personas que recuerdan dos palabras aumenta bajo condiciones de ruido, siendo el máximo porcentaje el alcanzado bajo la condición de ambiente sonoro desagradable. El porcentaje de personas que recuerdan tres palabras de esta categoría aumenta bajo la condición de ambiente sonoro desagradable y disminuye bajo la de ambiente agradable. El porcentaje de personas que recuerdan las cinco palabras de la categoría disminuye bajo condiciones de ruido, al comparar estas condiciones con la de silencio, y el porcentaje de personas que recuerdan cuatro palabras aumenta bajo la condición de música y disminuye bajo la de taladro (Ver gráfico 8).

Porcentaje
de personas

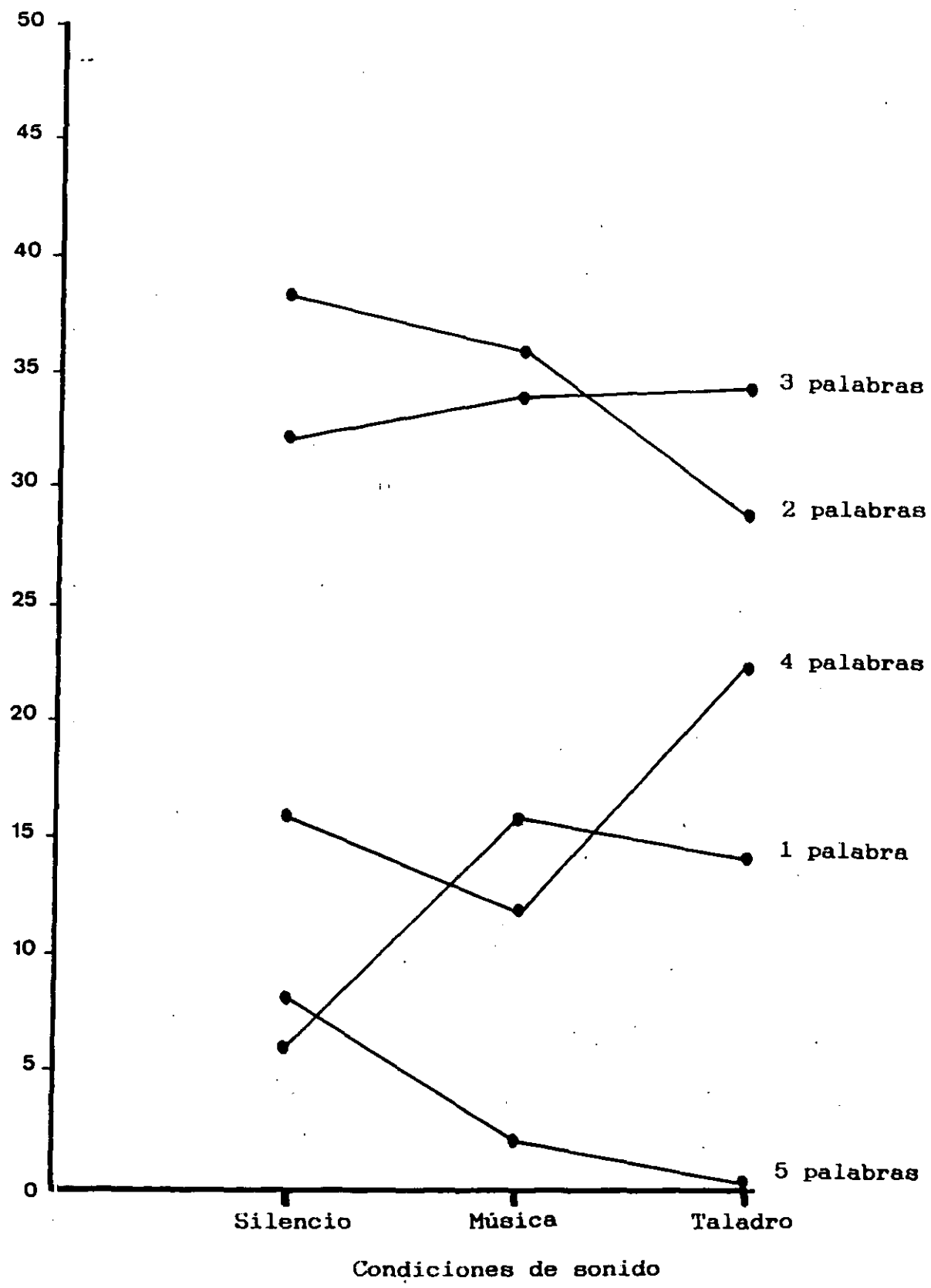


GRAFICO 6: Porcentaje de personas que recuerdan una, dos, tres, cuatro y cinco palabras de la categoría verbal *términos científicos* en función de las condiciones sonoras.

Porcentaje
de personas

50

45

40

35

30

25

20

15

10

5

0

2 palabras

3 palabras

1 palabra

4 palabras

5 palabras

Silencio

Música

Taladro

Condiciones de sonido

GRAFICO 8: Porcentaje de personas que recuerdan una, dos, tres, cuatro y cinco palabras de la categoría verbal *tecnología* en función de las condiciones sonoras.

En conclusión, se puede afirmar que, en primer lugar, bajo condiciones de ruido, ya sea agradable o desagradable, hay una tendencia a que el porcentaje de sujetos que recuerdan una sola palabra de las categorías verbales aumente.

En segundo lugar, hay una tendencia a que el porcentaje de personas que recuerdan correctamente las cinco palabras de cada una de las categorías verbales disminuya bajo condiciones de ruido agradable y desagradable.

En tercer lugar, el porcentaje de personas que recuerdan dos, tres y cuatro palabras de las categorías varía dependiendo de la categoría específica de la que se trate. Así:

A) Hay una tendencia a que el porcentaje de personas que recuerdan dos palabras de las categorías profesiones/ocupaciones, naturaleza, y tecnología aumente bajo condiciones de ruido, y a que el porcentaje de personas que recuerdan dos palabras de las categorías términos científicos y estudio disminuya bajo las condiciones de ruido agradable y desagradable.

B) El porcentaje de personas que recuerdan cuatro palabras de las categorías profesiones/ocupaciones y estudio disminuye bajo condiciones de ruido, y el porcentaje de personas que recuerdan cuatro palabras de las categorías naturaleza y términos científicos disminuye bajo la condición de ambiente sonoro agradable, pero curiosamente aumenta bajo la condición de ambiente sonoro desagradable. En la categoría tecnología, el patrón de resultados se invierte y el porcentaje de sujetos que recuerdan cuatro palabras de esta categoría aumenta bajo la condición de ambiente sonoro agradable y disminuye bajo la de ambiente sonoro desagradable.

C) Por último, el porcentaje de personas que recuerdan tres palabras de las categorías naturaleza y estudio aumenta bajo la condición de música y disminuye bajo la de taladro. Este patrón es el inverso para las categorías profesiones/ocupaciones y tecnología, en las que el porcentaje de sujetos que recuerdan tres palabras disminuye bajo la condición de ambiente sonoro agradable y aumenta bajo la de ambiente sonoro desagradable.

Analizando los resultados obtenidos en cuanto al nivel de rendimiento de los sujetos medido como número de errores cometidos, el análisis de varianza indica que no hay un efecto principal significativo de las condiciones de sonido sobre el número promedio de errores cometidos por los sujetos en una tarea de recuerdo libre de listas de palabras categorizadas ($F = 0,26$) a un nivel de significación de $\alpha = 0,05$. Los datos obtenidos en cuanto al número promedio de errores cometidos bajo cada condición de sonido y en cada uno de los grupos de sujetos se muestran en la tabla 11.

GRUPO DE SUJETOS	CONDICIONES DE SONIDO		
	SILENCIO	MUSICA	TALADRO
1	0	0	0
2	1	1	1
3	1	0	1
4	1	1	1
5	1	1	0
6	1	1	0
PROMEDIO	1	1	1

TABLA 11: Número promedio de errores cometidos en cada grupo de sujetos y bajo cada condición de sonido.

De la misma manera que cuando se mide el rendimiento como número promedio de palabras correctas recordadas, el efecto principal del orden de presentación de las condiciones de sonido sobre el número promedio de errores cometidos no alcanza el nivel de significación ($F = 2,31$), pero la interacción sesión experimental por orden de presentación de las condiciones sonoras no es estadísticamente significativa ($F = 1,85$). El número promedio de errores cometidos en función del orden de presentación de las condiciones de sonido se presentan en la tabla 12.

ORDEN DE PRESENTACION DE LAS CONDICIONES DE SONIDO	NUMERO PROMEDIO DE ERRORES COMETIDOS
SILENCIO-MUSICA-TALADRO	0
TALADRO-MUSICA-SILENCIO	1
MUSICA-SILENCIO-TALADRO	0
SILENCIO-TALADRO-MUSICA	1
TALADRO-SILENCIO-MUSICA	1
MUSICA-TALADRO-SILENCIO	1

TABLA 12: Número promedio de errores cometidos en función del orden de presentación de las condiciones de sonido.

Por último, los resultados en cuanto al rendimiento de los sujetos experimentales medido como nivel de agrupamiento fueron obtenidos usando el índice ARC propuesto por Roenker, Thompson y Brown (1971). De acuerdo con la sugerencia de estos autores se calculó, para cada sujetos y para condición de sonido, el índice ARC en aquellos casos en que el nivel de agrupamiento estaba entre 0 (agrupamiento explicable por azar) y 1 (agrupamiento perfecto), y el índice NARC en aquellos casos en que el nivel de agrupamiento estaba entre 0 y -1 (mínimo agrupamiento no explicable por azar).

El análisis de los resultados pone de manifiesto que, en general, el nivel de agrupamiento registrado en todas las condiciones de sonido está bastante cercano al valor cero que indica un agrupamiento explicable por simple azar (Valor promedio del índice ARC: -0,02378).

El análisis de varianza indica que, tal y como se muestra en la tabla 13, no hay un efecto principal significativo de las condiciones de sonido sobre el nivel con el cual los sujetos experimentales recuerdan las palabras agrupadas en función de la categoría verbal a la que pertenecen ($F = 2,19$) a un nivel de significación de 0,01; si bien es cierto que hay una tendencia a que los sujetos agrupen menos las palabras cuando trabajan bajo la condición de ambiente sonoro desagradable que cuando trabajan bajo la condición de silencio.

GRUPO DE SUJETOS	CONDICIONES DE SONIDO		
	SILENCIO	MUSICA	TALADRO
1	-0,06147	0,14313	-0,22718
2	-0,02713	0,03189	0,01435
3	0,28911	-0,22712	0,13112
4	-0,07003	-0,18833	0,19166
5	0,35543	0,06163	-0,19875
6	-0,08470	-0,18274	-0,37152
PROMEDIO	0,06991	-0,05978	-0,08145

TABLA 13: Valores promedio del índice ARC de agrupamiento en cada grupo y bajo cada condición sonora.

Finalmente, la tabla 14 muestra que el efecto principal del orden de presentación de las condiciones de sonido sobre el nivel de agrupamiento alcanzado no es significativo ($F = 2,16$), aún cuando el menor nivel de agrupamiento no explicable por azar se da en el orden música-taladro-silencio. Sin embargo, la interacción sesión experimental por orden de presentación de las condiciones sonoras resulta significativa a un nivel de significación de $\alpha = 0,05$ ($F = 2,42$). En relación con esta interacción, se observa que el máximo nivel de agrupamiento no explicable por azar se da en la segunda sesión experimental, independientemente de que la condición de sonido bajo la que trabajan los sujetos sea la de silencio, la de ambiente sonoro agradable, o la de ambiente sonoro desagradable.

ORDEN DE PRESENTACION DE LAS CONDICIONES DE SONIDO	VALOR PROMEDIO DEL INDICE ARC
SILENCIO-MUSICA-TALADRO	-0,04851
TALADRO-MUSICA-SILENCIO	0,00637
MUSICA-SILENCIO-TALADRO	0,06437
SILENCIO-TALADRO-MUSICA	-0,02223
TALADRO-SILENCIO-MUSICA	0,07277
MUSICA-TALADRO-SILENCIO	-0,21298

TABLA 14: Valor promedio del índice ARC en función del orden de presentación de las condiciones de sonido.

6.- DISCUSION Y CONCLUSIONES.

Este estudio experimental estaba dirigido a explicitar si el trabajar bajo ciertas condiciones sonoras, a niveles de intensidad moderados, influye sobre el rendimiento en tareas que implican la retención y posterior recuperación de material verbal simple.

Los resultados obtenidos, y que se presentan en el quinto apartado de este capítulo, coinciden, en parte, con los publicados por otros autores en estudios analogos, por lo que la discusión la haremos referenciando las analogías y las diferencias de este estudio con los que se presentan en la literatura.

La discusión de nuestros resultados incluye una parte que no cuenta con elementos referenciales de comparación en la literatura, nos referimos a todo aquello que está relacionado con las opiniones subjetivas que dan los individuos acerca de la agradabilidad o no agradabilidad de los sonidos, y de su relación con sus niveles de rendimiento en la tarea.

1.- RENDIMIENTO GLOBAL.

En relación con la influencia de la presencia de ruidos habituales sobre el rendimiento medio global medido como número promedio de palabras recordadas correctamente, en una tarea de recuerdo libre de listas de palabras, los resultados aquí obtenidos ponen de manifiesto que, cuando las personas trabajan bajo condiciones de ruido en tareas que implican retención y recuperación de información verbal del tipo palabras y consonantes, la presencia de sonidos y ruidos, a niveles moderados de intensidad, no afecta significativamente y de forma negativa a la cantidad de memoria. Esta observación coincide plenamente con las realizadas por autores como Hockey y Hamilton (1970), Millar (1979), y Smith, Jones y Broadbent (1981), en sus investigaciones sobre los efectos del ruido blanco en el rendimiento. No obstante, nuestros resultados evidencian una tendencia a que, cuando los sujetos trabajan bajo condiciones sonoras caracterizadas por la presencia de sonidos, previamente evaluados como agradables o desagradables, obtengan un nivel de rendimiento inferior, que cuando trabajan bajo la condición de silencio. Este rendimiento diferencial, si bien no alcanza los niveles como para considerarlo estadísticamente significativo, parece indicar que la

presencia de un sonido, bien sea agradable o desagradable, durante la realización de una tarea que conlleva procesos de atención, retención y recuperación de información, puede interferir con la cantidad de memoria, aún cuando las condiciones sonoras se presenten a niveles moderados de intensidad.

En relación al número de palabras recordadas correctamente por cada categoría verbal, observamos que, cuando las personas trabajan en una tarea de recuerdo de listas de palabras categorizadas bajo condiciones de ruido, ya sea agradable o desagradable, tienden a recordar una sola palabra de las categorías y a recordar en menor cuantía la totalidad de las palabras pertenecientes a las distintas categorías. Esto pone de manifiesto que, aún cuando las puntuaciones totales obtenidas por los sujetos no varíen en función de la condición de sonido bajo la que trabajan, sí hay variaciones en la forma de dicho recuerdo. Estas variaciones no muestran un patrón claro en los puntos intermedios, pero el recuerdo de una mayor o menor cantidad de palabras por categoría está relacionado con la categoría verbal específica de la que se trate, y con el nivel de agrado/desagrado atribuido a la condición sonora. Así, el porcentaje de personas que recuerdan dos palabras de las categorías aumenta cuando los sujetos trabajan bajo condiciones de ruido agradable o desagradable y con las categorías de nivel de facilidad intermedio (profesiones/ocupaciones, tecnología y naturaleza), pero disminuye cuando trabajan bajo condiciones de ruido y con las categorías más fáciles y más difíciles (estudio y términos científicos, respectivamente). El porcentaje de personas que recuerdan tres palabras de las categorías naturaleza y estudios aumenta cuando trabajan bajo la condición sonora evaluada como agradable, y disminuye cuando trabajan en la condición sonora evaluada como desagradable. Pero con las categorías profesiones/ocupaciones y tecnología, el porcentaje de personas que recuerdan tres palabras disminuye en la condición sonora agradable y, sorpresivamente, aumenta en la condición sonora desagradable. Finalmente, el porcentaje de personas que recuerdan cuatro palabras, disminuye bajo condiciones de ruido agradable o desagradable y con las categorías fáciles (estudio, profesiones/ocupaciones). Pero, el porcentaje de personas que recuerdan cuatro palabras de las categorías difíciles (naturaleza y términos científicos) aumenta o disminuye dependiendo de lo agradable que para los sujetos resulte la condición de sonido: disminuye bajo la condición agradable y aumenta bajo la condición desagradable.

Cuando el rendimiento global de los sujetos se mide como número de errores cometidos, el nivel de rendimiento obtenido es similar, independientemente de la condición sonora bajo la que se realice la tarea.

Hay una interacción, estadísticamente significativa, entre sesión experimental y grupo de sujetos, que difieren en el orden en que se les presentan las condiciones de sonido. Esta interacción indica que el rendimiento medio global de los sujetos pertenecientes a los grupos 1, 2, 3 y 4, medido como número de palabras recordadas correctamente, es inferior en la segunda sesión experimental, independientemente de que la condición de sonido en dicha sesión sea la de silencio, la de ambiente sonoro agradable, o la de ambiente sonoro desagradable.

2.- FORMA DE RECUPERACION DE LA INFORMACION.

En relación con el nivel de agrupamiento de palabras dado por los sujetos, en función de la categoría verbal a la que pertenecen, se evidencia que, cuando los sujetos trabajan bajo condiciones ambientales caracterizadas por la presencia de ruidos habituales, a niveles moderados de intensidad, la presencia de sonidos agradables o desagradables no afecta significativamente al nivel de agrupamiento verbal, medido a través de un índice cuyo valor es independiente del número total de palabras recordadas.

Esta ausencia de un efecto significativo de las condiciones de sonido sobre el nivel de agrupamiento coincide con las observaciones hechas por Daese y Wilding (1977), cuando compararon la longitud del grupo en condiciones de ruido blanco a 75 dBC y a 85 dBC de intensidad con la de ausencia de ruido. Asimismo, coincide con los resultados obtenidos por Smith, Jones y Broadbent (1981 exp.: 1) en su estudio sobre los efectos del ruido blanco presentado a distintos niveles de intensidad sobre el nivel de agrupamiento, medido a través de la puntuación C.

La ausencia de un rendimiento diferencial en función de las condiciones sonoras puede explicarse porque, cuando el agrupamiento de las palabras no es obvio, el nivel con el cual los sujetos recuerdan las palabras agrupadas en función de la categoría verbal a la que pertenecen disminuye. De hecho, en nuestro caso, podemos afirmar que el agrupamiento entre palabras no era obvio puesto que, en general, el nivel de agrupamiento obtenido por los sujetos experimentales no es muy diferente del esperado por simple azar. Este bajo nivel de agrupamiento general obtenido por los sujetos puede deberse también a la forma en que los sujetos interpretan las palabras estímulo presentadas. De acuerdo con Hyde y Jenkins (1969) y en base al modelo de la memoria como niveles de procesamiento, cuando las personas no interpretan de manera significativa el material estímulo, sino que lo manejan como "objetos" o colecciones de letras, la organización del recuerdo se reduce. Sin duda alguna, este bajo nivel general de agrupamiento puede enmascarar los verdaderos efectos de las condiciones de sonido, haciendo que los mismos no resulten estadísticamente significativos.

Los datos que hemos obtenidos evidencian que, al igual que en el segundo experimento desarrollado por Smith, Jones y Broadbent (1981), hay una tendencia a que el nivel de agrupamiento alcanzado por los sujetos sea menor cuando se trabaja bajo condiciones de ruido, que cuando la tarea se realiza en silencio, particularmente en la condición aquí denominada "ambiente sonoro desagradable". Hablamos de tendencia ya que los datos observados no alcanzan niveles de diferenciación suficientes como para dar resultados estadísticamente significativos.

La tendencia observada a que el nivel de agrupamiento alcanzado por los sujetos sea menor bajo condiciones de ruido sugiere que, la presencia de ruidos habituales puede, en algunas ocasiones, afectar a la organización del recuerdo. El que se observen o no efectos del ruido depende fundamentalmente de:

- A) Las características particulares de la tarea de recuerdo libre de listas de palabras categorizadas.
- B) El tiempo de exposición a las condiciones de sonido. En nuestro estudio, los sujetos experimentales estuvieron expuestos a cada una de las condiciones de sonido solamente durante cuatro minutos, y este breve período de exposición al ruido puede también haber enmascarado los efectos reales de dicha estimulación sonora.
- C) El nivel de intensidad de las condiciones sonoras definidas como ruido. En este sentido, hemos de hacer notar que se han observado efectos estadísticamente significativos del ruido blanco, solamente en experimentos, tales como el desarrollado por Smith, Jones y Broadbent (1981 exp: 3), en los que el nivel de intensidad de la condición definida como ruido es de 85 dB.
- D) El tipo de ruido utilizado como condición experimental. Los sonidos presentados en nuestro estudio resultan ser familiares para los sujetos, a diferencia de los estudios realizados por Smith, Jones y Broadbent (1981), en los que el ruido presentado era uno generado electrónicamente. Cuando se analizan los efectos de los ruidos habituales a niveles moderados de intensidad podemos presuponer que existe cierto nivel de "acomodación" a dichos ruidos lo suficientemente elevado como para que el nivel de rendimiento de los sujetos no resulte afectado significativamente en períodos cortos de exposición.

Hay una interacción significativa entre sesión experimental y grupo de sujetos, que difieren en el orden en que recibieron las condiciones de sonido. Esta interacción muestra que el máximo nivel de agrupamiento no explicable por azar se da en la segunda sesión experimental, independientemente de la condición de sonido presentada en dicha sesión. Como ya se ha indicado, en la segunda sesión experimental el rendimiento de los sujetos, medido como número de palabras recordadas correctamente, era inferior que en las otras dos sesiones experimentales. Estos resultados parecen indicar que, en la segunda sesión, cuando los sujetos intentan recordar la información verbal en función de la categoría a la que pertenecen, recuerdan primero los ítems más accesibles de una categoría dada, y los ítems menos accesibles de la categoría recordada compiten con aquellos otros más accesibles pero que pertenecen a otras categorías, por lo que las personas invierten mucho tiempo intentando recordar los ítems menos accesibles de la categoría y pierden aquellos más accesibles de las restantes categorías. Este patrón de recuerdo puede redundar en que el número total de ítems recordados sea menor, pero que el nivel de agrupamiento alcanzado sea superior.

3.- EVALUACION SUBJETIVA ACERCA DE LAS CONDICIONES SONORAS Y SU EFECTO SOBRE EL RENDIMIENTO.

La condición de música clásica es ubicada en primer lugar de preferencia, cuando se le pide a los sujetos que ordenen las condiciones sonoras antes de estar expuestos a ellas. No obstante, los sujetos manifiestan que dicha condición solamente resulta deseable cuando la actividad a desarrollar no conlleva procesos de retención, recuperación y organización de información.

Una vez que los sujetos han trabajado bajo la condición de música en una tarea que implica los procesos antes citados, la ubican en segundo lugar de preferencia y afirman que dicho sonido les resulta menos agradable que antes de haber estado expuestos a él. Sin embargo, y de acuerdo con la opinión subjetiva de los sujetos, la presencia de música durante la realización de la tarea experimental no tiene efectos, ni positivos, ni negativos, sobre su nivel de rendimiento.

La opinión de los sujetos sobre los efectos positivos o negativos que tienen las distintas condiciones sonoras presentadas sobre su rendimiento, no concuerdan con los resultados cuantitativos por ellos obtenidos, cuando se mide el rendimiento como número de palabras recordadas y número de errores cometidos. De hecho, aún cuando los sujetos consideran que trabajar en silencio tiene efectos muy positivos sobre su rendimiento, y que trabajar bajo la presencia del ruido del taladro eléctrico tiene efectos negativos, los resultados ponen de manifiesto que no existen tales efectos positivos y negativos, ya que la diferencia

entre el número promedio de palabras correctamente recordadas y número de errores cometidos en cada una de las condiciones sonoras no es estadísticamente significativa.

De igual forma, cuando se evalúa el nivel de agrupamiento verbal, no existe una evidencia estadísticamente significativa de que el trabajar bajo condiciones de silencio tenga efectos muy positivos sobre el rendimiento y que el trabajar bajo condiciones sonoras desagradables tenga efectos negativos, aún cuando sí hay una ligera tendencia a que cuando los sujetos trabajan bajo la condición sonora desagradable muestren un nivel de agrupamiento inferior al que muestran cuando trabajan bajo la condición sonora evaluada como agradable y cuando lo hacen en silencio.

Si bien es cierto que el rendimiento cuantitativo obtenido por los sujetos no varía en función de que las condiciones de sonido sean evaluadas como agradables o desagradables, la existencia de una respuesta subjetiva diferencial en relación con los efectos positivos o negativos que tiene el trabajar bajo condiciones ambientales agradables o desagradables, permite concluir que, cuando los individuos trabajan bajo condiciones sonoras adversas, realizan un esfuerzo adicional, consciente o inconsciente, para mantener su nivel de rendimiento. De acuerdo con nuestra opinión, este esfuerzo adicional conlleva cierto coste psicofisiológico para los individuos.

Las interpretaciones propuestas para explicar las observaciones experimentales de ausencia de efectos significativos del ruido sobre el rendimiento de las personas son varias y no necesariamente contradictorias. Desde la perspectiva teórica según la cual los efectos del ruido pueden entenderse como un enmascaramiento del lenguaje interno, y como se recordará, Colle y Welsh en 1976 plantean que no toda la información auditiva que entra al sistema de memoria es procesada de la misma forma ni con la misma extensión por el sistema auditivo, por lo que si en el caso de los sonidos habituales éstos fuesen filtrados antes de que la información verbal presentada al sujeto sea almacenada, entonces no se esperaría que hubiese un deterioro en el rendimiento de los sujetos como resultado de trabajar bajo condiciones de ruido. En este sentido, los sonidos habituales pueden no ser enmascaradores lo suficientemente efectivos cuando la tarea que deben realizar las personas es una de recuerdo libre de palabras presentadas visualmente y el nivel de intensidad de los ruidos es moderado.

Adicionalmente, puede suceder que, al tratarse de sonidos cotidianos a los que los sujetos están bastante habituados, las personas sean capaces de compensar la presencia del ruido mediante un incremento en el uso del repaso subvocal que fortalecería las huellas en la memoria sensorial auditiva (Speraling, 1970; Poulton, 1977; Dae y Wilding, 1977; Millar, 1979; Millar, 1979; Wilding y Mohindra, 1980), mediante un enlentecimiento en la tasa con la cual los sujetos repasan la información presentada

reduciendo la interferencia entre ítems (Mohindra y Wilding, 1983), debido a que los sujetos hacen un esfuerzo mental adicional, voluntario o involuntario, para mantener su nivel de rendimiento bajo condiciones ambientales ruidosas (Smith, 1982, Tafalla, Evans y Chen, 1988; Tafalla, 1990), o debido a que durante la exposición al ruido el sujeto hace uso de la capacidad extra mantenida en reserva, y habitualmente no empleada, con objeto de mantener su nivel de rendimiento (Boggs y Simon, 1968; Finkelman y Glass, 1970 cps: Ponsoda, 1983).

Esta supuesta capacidad de los sujetos para "adaptarse" a las situaciones ambientales ruidosas ya había sido propuesta por Harman (1973 cp: Ponsoda, 1983) quien afirma que *cuando el ruido es presentado por primera vez, éste constituye un nuevo factor al que el sujeto necesita adaptarse. De ello resulta un deterioro temporal de la eficiencia y consecuentemente una mayor exigencia sobre el organismo. El progreso del ajuste al ruido es controlado por los mismos factores que gobiernan la adaptabilidad del individuo a otras situaciones.* De acuerdo con Lundberg y Frankenhaeuser (1976 cp: Ponsoda, 1983), una persona expuesta al ruido durante la realización de una tarea puede adoptar una de dos estrategias: *mantener constante su nivel de rendimiento incrementando su esfuerzo, o mantener constante su esfuerzo y dejar que el rendimiento baje.* La adopción de una u otra estrategia está en gran parte determinada por la predisposición cognitiva del sujeto.

Por otra parte, y de acuerdo con la explicación de los efectos del ruido basada en el nivel de activación general de los sujetos, puede suceder que los sonidos habituales, presentados a niveles moderados de intensidad, no generen un nivel de activación general en los sujetos lo suficientemente elevado como para que el nivel de rendimiento se vea afectado negativamente por una hipotética "sobreactivación" generada por el ruido, o que su efecto sea el de centrar la atención de los sujetos en los aspectos prioritarios de la tarea que, en este estudio en particular, era recordar el mayor número de palabras posibles (Hockey y Hamilton, 1970; Broadbent, 1971; Hamilton, Hockey y Quinn, 1972; Davies y Jones, 1975), reduciendo la capacidad atencional (Davies y Jones, 1975; Fowler y Wilding, 1979 exp.: 2).

Finalmente, y en base a la teoría de la selección de estrategias propuesta por autores como Broadbent (1981, 1983, 1984), Smith y Broadbent (1982), Smith (1982, 1983 c), probablemente los sonidos habituales, a diferencia de los ruidos generados electrónicamente, no interfieran en la facilidad de los sujetos para cambiar de una estrategia de realización de la tarea a otra cuando pasan de trabajar en una situación ambiental silenciosa a trabajar en otras caracterizadas por ruidos habituales con niveles moderados de intensidad y viceversa. De acuerdo con esta postura, los cambios en la selectividad de la atención hacia los aspectos más relevantes de la tarea no son una respuesta mecánica frente al ruido, sino que forman parte de la estrategia adoptada por los sujetos para realizar una determinada tarea

bajo distintas condiciones acústicas.

CONCLUSION GENERAL:

Los resultados obtenidos en el presente estudio experimental permiten concluir que, la presencia de sonidos y ruidos habituales, durante la realización de tareas que implican retención y recuperación de información verbal simple, no afecta significativamente y de forma negativa ni al nivel de rendimiento global de los sujetos, medido como número promedio de palabras correctamente recordadas y número de errores cometidos, ni al nivel de agrupamiento verbal alcanzado. De esta forma, no podemos apoyar la segunda hipótesis planteada, de acuerdo con la cual, la presencia de ruidos habituales, a niveles moderados de intensidad, afecta negativamente al nivel de agrupamiento verbal dado por los sujetos en tareas de recuerdo libre de listas de palabras categorizadas. No obstante, parece haber cierta evidencia, no significativa en términos estadísticos, de que la presencia de ruidos habituales puede, en determinadas condiciones, afectar la organización del recuerdo, sin que afecten de forma significativa al número total de palabras recordadas correctamente.

Por otra parte, los resultados del presente estudio son consistentes con las observaciones realizadas por Santisteban (1987, 1988, 1989) según las cuales existe una respuesta diferenciada en la evaluación subjetiva que se hace de los sonidos, considerando unos como más agradables y menos perturbadores que otros. No obstante, estas diferencias no permiten apoyar estadísticamente las hipótesis de que la evaluación subjetiva que los sujetos hacen de las condiciones de sonido influya en el nivel de rendimiento alcanzado, y que el rendimiento de los sujetos sea significativamente inferior cuando trabajan bajo un ambiente sonoro considerado desagradable que cuando lo hacen en ambientes sonoros subjetivamente evaluados como agradables.

En consecuencia, podemos afirmar que el trabajar en tareas de recuerdo de información verbal simple bajo condiciones sonoras agradables o desagradables para el sujeto no influye, al menos a corto plazo, en el rendimiento medido como número de ítems recordados, número de errores cometidos y nivel de agrupamiento. Sin embargo, y dado que los individuos manifiestan sentirse afectados diferencialmente por las situaciones ambientales más o menos agradables, concluimos que los sujetos deben sufrir cierto coste psicofisiológico de adaptación, como resultado de un intento, consciente o inconsciente, de mantener su eficacia en la realización de la tarea, al menos cuando se trabaja bajo condiciones sonoras con niveles moderados de intensidad.

Esta propuesta que hacemos de que existe un "coste psicofisiológico" del sujeto para mantener su nivel de rendimiento viene en parte avalada por las evidencias experimentales en alteraciones fisiológicas, vegetativas,

variaciones de patrones de sueño, etc. que sufren los sujetos en presencia de ruido (Véase: Tafalla, Evans y Chen, 1988; Eberhardt, 1987; Arnberg, Bennerhult y Eberhardt, 1990; Ohrström, 1988 a y b; Anderson y Lindvall, 1988; Santisteban, 1991; Damongeot, Chockaert y Floru, 1988; Wen-Kui y Dong, 1988; Delgado, 1991). Por otra parte, aún cuando en nuestro experimento no se evidencia que el rendimiento global medio de los sujetos se altere significativamente por la exposición a ruidos habituales con niveles moderados de intensidad, aventuramos que exposiciones de más larga duración a este tipo de sonidos causarían trastornos también psíquicos como resultado del esfuerzo mantenido para conservar un nivel de rendimiento similar al que probablemente se alcanzaría en condiciones sonoras no adversas.

CAPITULO V.

**ESTUDIO EXPERIMENTAL SOBRE LOS
EFECTOS DEL RUIDO EN EL
RENDIMIENTO EN TAREAS DE
COMPRESION LECTORA Y RECUERDO
DEL CONTENIDO DE TEXTOS.**

1. - INTRODUCCION.

Dentro de la amplia gama de tareas que habitualmente las personas deben realizar bajo condiciones ambientales más o menos ruidosas muchas requieren, además de los procesos de percepción, retención y posterior recuperación de información, procesos de comprensión, interpretación y selección de información inmersa dentro de un contexto verbal amplio. Nos referimos aquí al conjunto de tareas que implican comprensión del discurso escrito.

Actualmente, ya se ha superado el enfoque reduccionista según el cual la comprensión del lenguaje escrito es equivalente al reconocimiento visual de las palabras y a la identificación del lenguaje oral. Si bien es cierto que durante mucho tiempo la línea de investigación dentro del área de la comprensión lectora se basó en el citado supuesto, los trabajos realizados no dieron lugar a resultados relevantes.

De manera muy amplia, definimos la comprensión lectora como la *habilidad para extraer el significado de un texto*. Por lo que "leer" no consiste exclusivamente en descifrar un código de signos, sino que además supone la comprensión del significado o mensaje que el texto intenta transmitir. Este significado no necesariamente aparece de forma explícita dentro del texto, sino que puede requerir que sea abstraído mediante la formación y comprensión de nuevas relaciones entre los conceptos expuestos dentro del texto original. El proceso de comprensión lectora, por tanto, requiere la intervención de factores perceptivos, lingüísticos y cognitivos.

Dentro del área de investigación de los efectos del ruido sobre el rendimiento de los individuos en tareas de comprensión lectora, el conjunto de variables que pueden influir en los resultados experimentales obtenidos con diferentes paradigmas es muy amplio, y básicamente se centran en: a) las condiciones de sonido empleadas, b) las características particulares de la tarea, c) la manera en que se mide el rendimiento de los sujetos, y d) las características intrínsecas a los sujetos experimentales. Este conjunto de variables ha sido analizado detalladamente en la primera parte del presente trabajo y, de forma resumida, en la introducción del estudio experimental descrito en el capítulo anterior, por lo que en este capítulo no insistiremos en ellas sino que simplemente las hemos de tener en cuenta a la hora de comprender e interpretar los resultados obtenidos por otros autores y por nosotros mismos.

El desarrollo del presente capítulo comienza con una revisión de los modelos explicativos de los procesos involucrados en la comprensión lectora, dentro de los que hacemos énfasis, por su relevancia, en el modelo de la estructura del conocimiento de Frederiksen (1975 a), en el modelo de tratamiento de textos propuesto por Kintsch y Van Dijk (1978), y en el modelo de Black (1985). Seguidamente, en el apartado 1.2, se presenta un análisis de los resultados experimentales más importantes en relación a los efectos del ruido sobre el rendimiento en tareas de comprensión del lenguaje. Por último, en los apartados 2, 3, 4, 5, y 6, se exponen los detalles metodológicos inherentes al estudio realizado en relación con los efectos del ruido sobre el rendimiento en tareas de comprensión lectora y recuerdo del contenido de textos, así como los resultados obtenidos y su discusión.

1.1.- MODELOS EXPLICATIVOS DE LA COMPRENSIÓN LECTORA.

Tomando como punto de partida la definición antes indicada, se han propuesto muchos modelos para dar cuenta de los procesos implicados en la comprensión lectora. Estos modelos coinciden en considerar la comprensión lectora como un proceso multinivel, pero no concuerdan en lo relativo al modo en que los distintos niveles se relacionan funcionalmente. Tomando como base esta última característica, y de acuerdo con Adams (1982), se distinguen tres tipos de modelos: los modelos de procesamiento ascendente, los modelos de procesamiento descendente, y los modelos interactivos.

A) Los modelos de procesamiento ascendente parten de la suposición de que los distintos niveles de procesamiento mantienen una dependencia unidireccional, de abajo hacia arriba, de forma tal que los productos finales de cada nivel de análisis son prerequisite para la ejecución en el nivel siguiente de la jerarquía. Los datos experimentales, sin embargo, evidencian la inexactitud del modelo ya que reflejan que el procesamiento en un determinado nivel no depende exclusivamente de la información procedente de los niveles más bajos, sino que también se ve influenciado por la información derivada de los niveles de orden superior. Todo lo cual implica que, en una situación de lectura, el texto es sólo una de las fuentes de información, a la que se suma el conocimiento previo que el lector posee y que puede ser activado en cualquier nivel, permitiendo completar o anticipar el flujo de información ascendente.

B) Los modelos de procesamiento descendente postulan que los lectores, al interpretar el significado del texto, utilizan como claves sus conocimientos sintácticos y semánticos de forma anticipatoria, más que los detalles gráficos. En estos modelos, el procesamiento se realizaría de arriba hacia abajo. No obstante, se ha observado que, en general, cuando los buenos lectores están en una situación de lectura, fijan la mirada en cada palabra, lo que pone de manifiesto que sí es procesada la información gráfica. Adicionalmente, los datos experimentales indican que los que se pudieran considerar como buenos o malos lectores no se diferencian tanto en los procesos de alto nivel, como en su destreza para decodificar. Esto no significa que el procesamiento de arriba hacia abajo no sea necesario, sino que, solamente cuando el reconocimiento de palabras es automático, los macroprocesos pueden complementar a los microprocesos, pero no sustituirlos.

C) Los modelos interactivos surgen como un intento de reconciliar las diferencias entre las posturas unidireccionales anteriores, proponiendo un procesamiento en paralelo en los distintos niveles. En este sentido, la comprensión está dirigida simultáneamente por los datos explícitos en el texto y por el conocimiento previo del lector. Los procesos de arriba-abajo facilitan la asimilación de la información de orden inferior, que es consistente con las expectativas del lector, y los procesos de abajo-arriba aseguran que el lector está alerta ante cualquier tipo de información nueva, o con cualquier otra información discordante con sus hipótesis previas. De acuerdo con estos modelos, la información gramatical es un integrante más del sistema conceptual general que define a un procesador general de información cuyo contenido sea múltiple. El procesamiento subyacente al uso del lenguaje viene dado por la interacción entre distintas fuentes de información, cuya disponibilidad está determinada por diferentes variables situacionales, tales como los cambios en la tarea y la modalidad comunicativa.

La mayoría de los modelos interactivos han adoptado el constructo de *esquema de conocimiento* como principio explicativo, basándose en el supuesto de que la lectura debe ser un proceso constructivo, caracterizado por la formación y comprobación de hipótesis acerca de lo que trata el texto, ya que su significado está sólo parcialmente determinado por el texto en sí mismo. De este modo, la construcción del significado es el resultado de la interacción entre: a) el texto, b) los esquemas de conocimiento y el modo en que éste se organiza y debe ser usado, y c) el contexto situacional.

1.1.1.- MODELO DE LA ESTRUCTURA DEL CONOCIMIENTO.

Frederiksen (1975 a) propuso un modelo de la estructura del conocimiento basado en la concepción de que la comprensión es un proceso donde la persona que escucha un discurso, o lee un texto, intenta inferir la estructura de conocimiento de lo escuchado/leído usando el mensaje lingüístico disponible, la información contextual y su propio almacén de conocimientos.

Para este autor, la resolución del problema de determinar la información semántica, adquirida por la persona cuando comprende un texto, está directamente relacionada con el desarrollo de un modelo teórico que de cuenta de las estructuras lógicas y semánticas de la memoria a largo plazo. Por lo tanto, su modelo representa la estructura de la memoria, a partir de la cual las personas pueden generar mensajes lingüísticos a nivel de discurso. Asimismo, el modelo da cuenta tanto de las estructuras semánticas como de las estructuras lógicas. Las estructuras semánticas consisten en una serie de proposiciones representadas como redes de conceptos conectados por relaciones binarias, que identifican eventos o estados. Las estructuras lógicas consisten en redes de proposiciones conectadas mediante relaciones lógicas, causales y algebraicas.

Más específicamente, la *red semántica* está compuesta por dos clases de elementos: los conceptos, representados en la red como nodos, y las relaciones binarias que conectan pares de conceptos. El grupo de todos los conceptos de la red semántica define el contenido de la misma. Frederiksen (1975 a) considera dos clases de conceptos: los objetos y las acciones.

Los objetos son definidos como "cosas" que ocupan un espacio, y las acciones como "cosas" que ocupan una posición o un intervalo de tiempo y que implican un cambio. A su vez, los objetos pueden clasificarse en dos grandes subclases: los objetos estáticos, caracterizados por la ausencia de cambios (por ej: libro, roca), y los objetos en proceso, que están sufriendo constantemente cambios (por ej: animal, viento, baile). Esta última clase de objetos pueden subdividirse en: objetos animados que son cosas vivas capaces de iniciar un cambio (por ej: animal, hombre, pájaro), y objetos inanimados (por ej: baile, viento, planta). Finalmente, tanto los objetos inanimados como los objetos estáticos pueden bien ser simbólicos (por ej: baile, libro) o no simbólicos (por ej: viento, roca).

Las acciones, por su parte, pueden subdividirse en: acciones resultantes, que producen un cambio en un estado o en un proceso (por ej: romper, escribir, leer), y procesos, que son acciones que no producen un cambio en un estado o en otro proceso (por ej: jugar, saber, sentir). Tanto las acciones resultantes como los procesos pueden subdividirse en: acciones físicas y acciones cognitivas. Las acciones físicas pueden ser consecuencia del uso de un objeto simbólico, o pueden seguir a un estado o proceso que implica

a un objeto no simbólico. Las acciones cognitivas no provocan un cambio físico sino un cambio que involucra procesos cognitivos (por ej: pensar, imaginar, aprender). Los procesos físicos implican cambios físicos en el objeto, mientras que los procesos cognitivos son acciones que implican un proceso que tiene asociado un contenido temático (por ej: sintiendo, experimentando, durmiendo).

Como ya se mencionó, la red semántica está conformada también por un grupo de relaciones que conectan los objetos y las acciones con otros conceptos. Frederiksen (1975 a) explicita dos clases de relaciones, dependiendo de que la conexión se realice entre un objeto y un concepto (estados), o entre una acción y un concepto (evento).

De esta forma, un estado se define como conformado por un objeto, o una clase de objetos, y por un grupo de relaciones de estado, que identifican a ese objeto o clase, y lo diferencian de otro objeto o clase. Las relaciones de estado pueden:

- A) Especificar que un objeto, o cada miembro de un grupo de objetos, está asociado con otro que es parte del objeto ("La planta tiene flores").
- B) Especificar que un grupo de objetos contiene a otro grupo de objetos, o que el grupo de objetos es un subgrupo de una clase más amplia de objetos (relaciones clasificatorias).
- C) Especificar que un objeto, o grupo de objetos, está asociado con un atributo (relaciones atributivas). La mayoría de estas relaciones son extensivas, es decir, especifican la escala continua del atributo dentro del cual el objeto tiene un valor métrico, ya que las propiedades definitorias de una relación extensiva son las de que: el atributo sea transitivo, métrico, y que la escala del atributo sea continua.
- D) Especificar que un objeto, o grupo de objetos, tiene una localización espacial (relaciones de localización), o una localización temporal (relaciones temporales).
- E) Especificar el contenido simbólico del objeto, si éste es simbólico.
- F) Incluir relaciones que determinan y cuantifican un grupo numerable de objetos (relaciones determinativas y cuantificadoras). Las relaciones determinativas especifican, de forma definida o indefinida, si el objeto se ha seleccionado, a partir de una clase genérica de ellos. Las cuantificadoras, por su parte, sólo son aplicables a los grupos de objetos que pueden contarse y pueden ser: relaciones nulas (conjunto vacío), relaciones de número (identifican el número de objetos en el grupo de objetos), relaciones universales (el grupo de objetos contiene todos los ejemplos de un grupo de objetos contables), y relaciones existenciales

(pueden aplicarse sólo a un grupo de objetos que ya ha estado definido o indefinido y es plural).

Por su parte, un evento está constituido por una acción o clase de acciones y por un grupo de relaciones que pueden ser de dos tipos: las relaciones causales, que especifican un sistema causal, y las relaciones identificativas, que diferencian a una acción, o clase de acciones, de otra acción o clase. En las relaciones causales, el sistema consta de una causa inmediata de la acción que puede ser, o bien animada, o inanimada, y del instrumento utilizado para realizar la acción. De igual forma, en las relaciones causales están implicados los objetos que se ven afectados por la acción, y que pueden ser animados o inanimados, los estados o procesos previos a la acción (fuente), y los estados o procesos posteriores a la acción (resultado). En las relaciones identificativas, una acción que se presente asociada con otra, por cualquier relación identificativa, se denomina "sistema de costumbre". Las relaciones de costumbre, al igual que las de estado, pueden ser clasificatorias y atributivas. Las primeras conectan dos clases de acciones y especifican que una de las clases es un subgrupo de la otra. Las segundas (relaciones atributivas), especifican que una acción está asociada con un atributo. Asimismo, las acciones pueden identificarse mediante relaciones de localización y temporales.

En el modelo de redes propuesto por Frederiksen (1975 a), la *red lógica* está definida como un grupo de proposiciones y un grupo de relaciones binarias que conectan al grupo de proposiciones. Las relaciones que definen a la red lógica son de tres tipos: relaciones lógicas, relaciones causales, y relaciones algebraicas.

Las relaciones lógicas se definen en términos de tablas de verdad e incluyen:

- A) Relaciones de conjunción, definidas como una proposición que es verdad sólo si las dos proposiciones (p_1 y p_2) que la componen son verdaderas.
- B) Relaciones de disyunción, definidas como una proposición que es falsa sólo cuando las dos proposiciones que la componen (p_1 y p_2) son falsas.
- C) Material condicional, definido como una proposición que es falsa siempre que el antecedente (p_1) sea verdadero y el consecuente (p_2) sea falso, y como verdadera en cualquier otro caso.
- D) Material bicondicional, que es la conjunción de dos proposiciones de material condicional.
- E) Relación condicional contrafactual, definida, al igual que el material condicional, como una proposición que es falsa siempre que p_1 sea verdadera y p_2 sea falsa, y que es verdadera siempre que p_1 y p_2 sean verdaderas. En la relación contrafactual, a diferencia

del material condicional, el valor de verdad no puede ser determinado cuando p_1 es falsa.

Las relaciones causales se definen como una relación que expresa una variable (el efecto) como función de otra (la causa). Estas relaciones están asociadas con tablas de verdad incompletas, ya que si la causa es falsa, no se puede afirmar nada acerca de la validez del resultado.

Las relaciones algebraicas son relaciones que conectan pares de proposiciones que contienen relaciones transitivas (relaciones de orden) o intransitivas (relaciones de proximidad).

El modelo de estructura del conocimiento propuesto por Frederiksen (1975 a) debe ser interpretado como una estructura de datos abstracta, que representa la entrada de información proveniente de textos, o de acontecimientos físicos, y como un modelo de estructura de la memoria, es decir, como una representación de la forma en que se estructura y codifica la información en la memoria a largo plazo.

1.1.2.- MODELO DE TRATAMIENTO DE TEXTOS.

Mucho más específico y centrado en el problema de la comprensión y la producción de textos, es el modelo de tratamiento de textos propuesto por Kintsch y Van Dijk (1978). El desarrollo de este modelo se centra en el análisis de la estructura teórica del texto y su relación con la estructura de lo recordado por las personas. El objetivo principal de los autores fue describir el sistema de operaciones mentales que subyacen en el proceso de comprensión de un texto.

El modelo se basa en tres grupos de operaciones específicas:

- A) La organización de los elementos significativos dentro de un todo coherente. Esta operación es el resultado del procesamiento múltiple de algunos elementos y, por tanto, de una retención diferencial.
- B) El segundo grupo de operaciones condensan el significado completo del texto en lo que podríamos denominar la "sustancia" del mismo.
- C) Los procesos que condensan el significado del texto son complementados por un tercer grupo de operaciones, que generan nuevos textos a partir de los procesos de comprensión.

El modelo se caracteriza por asumir que en la comprensión se da una multiplicidad de procesos que, a veces, ocurren de forma paralela y otras de manera secuencial. Este modelo opera a nivel de la estructura semántica del discurso, que se interpreta como un grupo de proposiciones ordenadas mediante relaciones semánticas. Algunas de estas relaciones están explícitamente expresadas en la estructura superficial del texto, y otras son inferidas durante el proceso de interpretación con la ayuda del conocimiento general del sujeto.

La estructura semántica del discurso está caracterizada a dos niveles: la microestructura y la macroestructura. En el primer nivel se considera la estructura de las proposiciones individuales y sus relaciones. El segundo, la macroestructura es de naturaleza más global y caracteriza al discurso como una totalidad.

Los autores se refieren a la microestructura del discurso en términos de un "texto base" abstracto, que no es un simple listado de proposiciones, sino una unidad coherente y estructurada. Proponen un nivel de orden superior, o macroestructura, derivado del hecho de que las proposiciones del "texto base" deben estar conectadas con lo que, intuitivamente, llamamos "tópico del discurso", es decir, el tema del discurso. Para mostrar cómo se relaciona el tópico del discurso con las proposiciones respectivas del texto base, se necesitan unas reglas de mapeo semántico (macroreglas), que tienen a la información microestructural como entrada y a la información macroestructural como salida. Estas macroreglas reducen y organizan la información detallada de la microestructura del texto, pero desde un punto de vista más global. La restricción básica de las macroreglas, que garantiza que la macroestructura sea en sí misma coherente, es que no puede suprimirse ninguna proposición cuya interpretación sea condición de la siguiente proposición del texto.

Volviendo a los grupos de operaciones indicados, podemos identificar la microestructura y la macroestructura de los textos.

a) Microestructura del texto.

La idea central del modelo es representar el significado de un texto mediante una lista estructurada de proposiciones compuestas por conceptos. Las proposiciones están ordenadas en el texto base, de acuerdo con la forma en que ellas están expresadas en el texto en sí. Como ya se comentó, el texto base debe ser coherente, y uno de los criterios de coherencia es la *coherencia referencial*, que corresponde al argumento solapado entre proposiciones.

Por tanto, el primer paso en el procesamiento de un texto es la formación de un texto base coherente, mediante el chequeo de la coherencia referencial. Si el texto base resulta referencialmente coherente (si hay algún argumento solapado en todas sus proposiciones), se acepta para su

procesamiento posterior. Si, por el contrario, se encuentran brechas, se inicia un proceso de inferencia mediante el cual se pueden agregar una o más proposiciones, con objeto de convertir al texto base en coherente.

El chequeo de la coherencia referencial del texto base, y la adición de las inferencias necesarias, no puede realizarse sobre el texto base como un todo, debido a las limitaciones de la memoria en funcionamiento. Por tanto, el modelo asume que el texto se procesa secuencialmente en grupos de proposiciones distintas. Esto significa que, el primer grupo de proposiciones presentes en el texto base, n_1 , son procesadas juntas en un ciclo, luego se procesa el segundo grupo de proposiciones, n_2 , y así sucesivamente. El número exacto de proposiciones incluidas en cada grupo depende de las características superficiales del texto, y la lista de proposiciones que conforman el texto base está ordenada de acuerdo con la aparición de dichas proposiciones en el texto.

Dado que el texto base se procesa en ciclos, es necesario que se disponga de "algo" que conecte a cada uno de los grupos procesados con los restantes. De acuerdo con el modelo, parte de la memoria en funcionamiento es un retén a corto plazo de capacidad limitada; cuando se procesa un grupo de n_i proposiciones, algunas son seleccionadas y almacenadas en el retén a corto plazo y, solamente las proposiciones almacenadas, estarán disponibles para que se relacionen con el nuevo grupo de proposiciones de entrada. Si se halla alguna conexión entre las nuevas proposiciones y las ya almacenadas en el retén a corto plazo, la entrada es aceptada como coherente. Si no se hallara ninguna conexión, comienza una revisión de todas las proposiciones previamente procesadas. Si este proceso de búsqueda es satisfactorio, es decir, si se encuentra alguna proposición que comparta un argumento con al menos una de las proposiciones del grupo de entrada, el grupo se acepta y el procesamiento continúa. Si, por el contrario, el proceso no resulta satisfactorio, entonces comienza el proceso de inferencia, que agrega al texto base una o más proposiciones que conecten al grupo de entrada con las proposiciones ya procesadas.

De esta forma, el modelo procede a lo largo del texto completo, construyendo una red de proposiciones coherentes. Si esta red se representa en forma gráfica, los nodos corresponderían a las proposiciones y las líneas de conexión indicarían los referentes compartidos. El gráfico se puede ordenar en niveles, seleccionando las proposiciones del nivel superior, y el segundo nivel estaría formado por todas las proposiciones conectadas con las del nivel superior. El tercer nivel constaría de aquellas proposiciones conectadas con cualquier proposición del segundo nivel, pero no conectada con las proposiciones del primer nivel, y así sucesivamente.

En relación con la capacidad del sujeto para reproducir el contenido de un discurso, cada una de las proposiciones procesadas y almacenadas puede ser reproducida posteriormente con una probabilidad p . A esta probabilidad p se le llama *probabilidad de reproducción*. Bajo las mismas condiciones de comprensión, el valor de p puede variar, dependiendo de si la tarea que debe realizar la persona es una tarea de recuerdo o una de resumen, y de la longitud del intervalo de retención. De entre todas las proposiciones seleccionadas para conformar un ciclo de procesamiento, algunas pueden participar en más de un ciclo y, por tanto, tendrán una probabilidad de reproducción más alta. Específicamente, si una proposición es seleccionada $K - 1$ veces para ser incluida en el retén a corto plazo, esta proposición tendrá K oportunidades de almacenarse en la memoria a largo plazo, y su probabilidad de reproducción será $1 - (1 - p)^K$.

Las proposiciones que se van a ver favorecidas por un procesamiento múltiple, dependen de la naturaleza del proceso que selecciona aquellas proposiciones que permanecerán de un ciclo de procesamiento al siguiente. En este sentido, pueden usarse varias estrategias, pero no todas ellas son adecuadas. Una buena estrategia de selección debe permitir la elección de proposiciones importantes, en el sentido de que juegan un papel crucial dentro del gráfico de coherencia. Es más probable que una proposición sea relevante, si está conectada con otras muchas proposiciones. Entonces, las proposiciones del nivel superior del gráfico de coherencia deberían seleccionarse preferentemente. Otra consideración razonable implica la recencia: si uno puede elegir entre dos proposiciones igualmente importantes, la más reciente probablemente sea la más relevante de cara al próximo ciclo de entrada. Suponiendo que la selección de estrategias esté realmente sesgada en favor de la importancia, entonces las proposiciones de alto nivel se procesaran con mayor frecuencia que las de bajo nivel y, por tanto, serán mejor recordadas.

b) Macroestructura del texto.

La macroestructura del texto viene dada por los macroprocesadores que transforman las proposiciones del texto base en un grupo de macroproposiciones, que representan lo sustancial del texto. Esto se realiza suprimiendo, o generalizando, aquellas proposiciones que, o bien son irrelevantes, o bien son redundantes, y construyendo nuevas proposiciones inferidas. Dentro del contexto del modelo, "suprimir" no significa borrar de la memoria, sino borrar de la macroestructura.

La aplicación de los macrooperadores está controlada por los objetivos del lector, cuya representación formal es el "esquema". Este esquema determina qué microproposiciones o generalizaciones de microproposiciones son relevantes y, por tanto, qué partes del texto formaran lo sustancial del mismo.

De acuerdo con el modelo, las microproposiciones irrelevantes nunca pueden llegar a ser macroproposiciones, pero si la proposición tiene generalizaciones éstas pueden llegar a macroproposiciones con una probabilidad g cuando dichas generalizaciones también son irrelevantes, y con una probabilidad m cuando son relevantes. Los parámetros g y m son probabilidades de reproducción y dependen, tanto de las condiciones de almacenamiento como de las de recuperación. Así, m puede ser pequeña porque las condiciones de lectura no incitan al macroprocesamiento (Ej: cuando el sujeto sólo lee un párrafo corto y espera una prueba de recuerdo inmediato).

La macroestructura es jerárquica y, por tanto, las macrooperaciones son aplicadas en ciclos distintos bajo un criterio de relevancia más o menos estricto. En el nivel más bajo de la macroestructura, muchas de las proposiciones son seleccionadas como relevantes; en el nivel siguiente, se adopta un criterio de relevancia más estricto y solamente algunas de las proposiciones del primer nivel son mantenidas como macroproposiciones del segundo nivel; en los niveles que siguen, el criterio se va reforzando hasta que solamente permanece una macroproposición simple.

La reproducción y la reconstrucción de un texto es posible en términos de grandes unidades de significado. Tanto a nivel de la microestructura como a nivel de la macroestructura, las proposiciones almacenadas en la memoria pueden sufrir transformaciones, las cuales pueden ser fuente de errores en el protocolo de respuesta del sujeto, pero también pueden preservar el significado. Entre estas transformaciones se pueden distinguir: el reordenamiento, la explicación de las relaciones de coherencia entre proposiciones, y las sustituciones léxicas. No obstante, el modelo propuesto por Kintsch y Van Dijk (1978) no especifica si tales transformaciones se realizan en el momento de la comprensión, en el de la producción, o en ambos.

El proceso de reproducción es la operación más simple implicada en la producción de un texto. La memoria del sujeto para un texto particular es una memoria episódica que contiene tres tipos de huellas: las huellas de los procesos perceptivos y lingüísticos involucrados en el procesamiento de textos, las huellas producto del proceso de comprensión, y las huellas contextuales que permiten al sujeto recordar las circunstancias en las cuales tuvo lugar el procesamiento del texto.

El proceso de reconstrucción tiene lugar cuando la micro o macroinformación no es recuperable directamente, entonces, la persona trata de reconstruir la información "perdida" aplicando reglas de inferencia a la información que aún está disponible. Este proceso es modelado con tres operadores de reconstrucción: adición de detalles plausibles y propiedades normales, particularización, y especificación de las condiciones normales de los componentes o de las consecuencias de los eventos. En todos los casos, el sujeto puede cometer errores, bien porque lo que infiere es

plausible pero erróneo, o bien porque es inconsistente con el texto original. No obstante, los operadores de reconstrucción no son aplicados de forma ciega, sino bajo el control del esquema como en el caso de los macrooperadores. Es decir, sólo las reconstrucciones que son relevantes se pueden producir.

Partiendo de la base de que la comprensión, generalmente, es un proceso automático, y de acuerdo con las suposiciones del modelo, a medida que el número de búsquedas en la memoria a largo plazo y el número de inferencias aumentan, se incrementa la dificultad de la lectura. Por otra parte, si estas operaciones no se llevan a cabo, la representación del texto realizada por el lector sería incorrecta, y su rendimiento en tareas de recuerdo, las respuestas a preguntas y la elaboración de resúmenes, sería pobre. Los factores relacionados con la legibilidad del texto, a saber: el número de proposiciones aceptadas por ciclo y la capacidad del retén de memoria a corto plazo, dependen de la naturaleza de la estrategia de selección usada por el lector. De esta forma, un lector con una estrategia de selección inadecuada, un retén pequeño y leyendo material poco familiar para él podría tener toda clase de problemas con un texto que resultaría legible para un buen lector.

1.1.3.- EL MODELO DE BLACK.

En 1985, Black propuso un modelo de procesamiento de la información y de la comprensión lectora basado en el modelo de Kintsch y Van Dijk (1978) descrito anteriormente, intentando integrar los tres aspectos esenciales de la comprensión lectora: el reconocimiento de palabras, el procesamiento sintáctico y el procesamiento semántico.

De acuerdo con Black (1985), durante el proceso de comprensión, el sujeto construye tres clases de estructura de memoria: las relaciones de coherencia que vinculan pares de proposiciones; las unidades cognitivas de alto nivel, que integran grupos de proposiciones; y las estructuras de recuperación, que organizan dentro de un esquema todas las unidades cognitivas y permiten que se pueda recuperar la información. Estas categorías son equivalentes a la distinción hecha en el modelo de Kintsch y Van Dijk (1978) entre microestructura, macroproposiciones y macroestructura.

Dentro de las relaciones de coherencia, Black (1985) distingue los siguientes subtipos:

- a) Referencial: repetición explícita o inferida de conceptos de una proposición a otra.
- b) Causal: relación entre eventos o acciones en una secuencia temporal y/o funcional.
- c) Motivacional: vinculación entre las acciones que constituyen un plan, las metas que se pretenden alcanzar, y las razones por las que esas metas se desean.

- d) Propiedad: vinculación entre proposiciones que ofrecen información sobre las características, localizaciones, y componentes de un objeto, evento o situación.
- e) Apoyo: vincula proposiciones que hacen afirmaciones a otras que apoyan o atacan la verdad de las primeras.

Entre las unidades cognitivas se incluyen:

- a) Episodio: definido como una meta unida a las acciones por relaciones de coherencia motivacional. Las acciones se vinculan entre sí mediante relaciones causales.
- b) Explicaciones: describen contingencias causales entre las acciones, necesarias para conseguir un objetivo no logrado en el pasado.
- c) Descripciones: proposiciones vinculadas por relaciones de propiedad.
- d) Argumentos: conjunto de proposiciones que ofrecen una afirmación general, unidas entre sí por relaciones de apoyo.

Las estructuras de recuperación de la memoria pueden ser: redes de unidades cognitivas, que unen unidades cognitivas, bien en el mismo nivel de abstracción (relación lineal), o bien en niveles distintos (relación jerárquica), y redes retóricas, que establecen relaciones complejas entre unidades cognitivas.

De acuerdo con el modelo de Black (1985), no siempre toda la información necesaria para la construcción de las estructuras antes expuestas es explícita, por lo que la persona debe hacer inferencias a partir de sus esquemas de conocimiento. Entre los dominios de conocimientos que debe poseer el lector, para poder comprender un texto, se encuentran: conocimientos sobre acciones humanas (características de las personas, roles sociales, tipos de metas, planes para conseguirlas, acciones implícitas en los planes), conocimiento de eventos físicos, conocimiento sobre objetos y localizaciones, y conocimiento sobre razonamiento humano.

Para construir las estructuras de memoria a partir de los esquemas de conocimiento, el lector sigue unos determinados procesos. El primero de ellos, denominado en el modelo como *acceso al conocimiento relevante*, hace referencia a que cuando el lector se enfrenta con la lectura de un texto procesa las primeras proposiciones de abajo hacia arriba. Sin embargo, pronto se encuentra con informaciones distintivas, que facilitan el acceso de cierto número de piezas del conocimiento que integran la información ya procesada, y ayudan a la comprensión de las siguientes, restringiendo los valores que pueden tomar las variables, e infiriendo aspectos no especificados en el texto original. El modelo inicial se va refinando a medida que los valores no especificados de las variables se van rellenando. De esta forma, los valores "vacíos" se van haciendo cada vez más específicos, y la búsqueda de información relevante se restringe progresivamente. Cada nueva pieza de datos se

asimila al modelo inicial para construir un modelo más específico, hasta que aparece algún elemento conflictivo dentro del texto, que obliga al lector a revisar su hipótesis inicial, para así acomodar el elemento a la información del texto. Este proceso continúa hasta que el sujeto encuentra un modelo satisfactorio y, entonces, evalúa hasta qué punto el modelo representa de forma significativa al texto.

El segundo proceso tiene lugar en la memoria en funcionamiento, que es de capacidad limitada. El lector debe determinar cómo distribuir los recursos cognitivos en la memoria en funcionamiento de forma que su aprovechamiento sea efectivo. Puesto que la memoria en funcionamiento es de capacidad limitada, el sujeto no puede mantener en ella todos los procesos de alto y bajo nivel, por lo que requiere procesos de control del almacén, cuya función sea la de mover rápidamente los programas cognitivos y los esquemas de conocimiento, a medida que se van necesitando. Si estos procesos no se usan de forma adecuada, surge la presencia de material innecesario en la memoria y/o hay fragmentación y desorganización del material relevante. Adicionalmente, los procesos de control deben determinar cuándo el procesamiento de una cadena de información está completo y se puede trasladar a la memoria a largo plazo.

Por último, cuando el propósito del lector es el de la utilización posterior de la información, tiene que organizar dicha información para que se pueda recuperar eficientemente, es decir, debe construir la representación de la memoria. En este punto, la enorme cantidad de información potencial, tanto explícita como inferida, se reduce de forma que pueda ser incluida en una representación coherente. El grado en que esta representación debe ser elaborada, depende del objetivo de la lectura que puede ir, desde la búsqueda de ideas principales, hasta la memorización de los detalles, pasando por la determinación de relaciones entre eventos, para la posterior resolución de un problema.

1.2.- LOS EFECTOS DEL RUIDO.

Los estudios experimentales referentes a los efectos que tiene sobre el rendimiento trabajar bajo condiciones ruidosas, en tareas de comprensión lectora, son sorprendentemente, escasos. Las conclusiones obtenidas en esta área de investigación se han basado, fundamentalmente, en los resultados obtenidos en investigaciones directamente relacionadas con los efectos del ruido sobre la inteligibilidad del lenguaje oral.

De entre los resultados experimentales obtenidos por distintos autores, caben resaltar aquellos relativos a que cuando los sujetos trabajan con tareas verbales que implican el manejo de información más compleja, del tipo de oraciones y de textos cortos, la presencia del ruido con niveles moderados o altos de intensidad afectan negativamente al rendimiento de los sujetos. En este sentido, las observaciones realizadas por Schwartz (1975) indican que los efectos perjudiciales del ruido son mayores cuando se pide a los sujetos que recuerden oraciones, que cuando simplemente se les pide que recuerden una serie de palabras dadas en forma aleatoria.

Dentro del área de investigación de los efectos del ruido sobre la comprensión del lenguaje oral, Holloway (1970) observó que, cuando se analiza el número de palabras emitidas correctamente por los sujetos, el lenguaje oral es inmune frente a las interrupciones de ruidos presentados a niveles bajos de intensidad, pero que cuando se analiza el tiempo empleado por los sujetos para tomar una decisión cualquiera sobre las palabras producidas, este tiempo es significativamente inferior bajo condiciones de ruido, aún cuando el nivel de intensidad del ruido presentado sea bajo. Estos resultados parecen indicar que, si bien la presencia del ruido no afecta a la fluidez verbal de los sujetos, sí afecta negativamente a la capacidad de los sujetos para comprender el lenguaje y usarlo en la resolución de problemas. Resultados similares habían sido obtenidos por Rabbit (1966, 1968), quien observó que cuando se les pide a los individuos que comprendan el lenguaje, en presencia de ruido, tienden a olvidar el material previamente aprendido en silencio.

Siguiendo dentro de esta línea de investigación, Jones y Broadbent, en 1979, analizaron los efectos de un ruido habitual, presentado a diferentes niveles de intensidad, sobre el rendimiento de los individuos en una tarea de comprensión del lenguaje oral. La tarea a realizar por los sujetos experimentales era la de lectura de un texto, en la cual, uno de los sujetos experimentales leía en voz alta un texto dado, mientras que otro sujeto chequeaba una copia incorrecta del mismo texto. Esta tarea se realizaba bajo dos condiciones de ruido: a) ruido suave de máquinas de escribir, con nivel de intensidad de 55 dBC, y b) ruido alto de máquinas de escribir, con nivel de intensidad de 80 dBC.

Los resultados obtenidos por los autores pusieron de manifiesto que, en relación con el número promedio de palabras chequeadas, los sujetos experimentales leían menos palabras bajo la condición de ruido alto que bajo la de ruido suave. Sin embargo, este resultado no puede ser generalizado, ya que las observaciones de autores como Hygge (1988) y Rossi (1988) contradicen las conclusiones a las que se llega partiendo del estudio de Jones y Broadbent (1979). Así, Hygge (1988) no observó efectos significativos del ruido con nivel de intensidad de 53 dBA sobre el rendimiento de los sujetos en una prueba de chequeo de los errores existentes dentro de un texto, cuando el texto se lee en voz alta. Por su parte, los resultados obtenidos por Rossi (1988) indican que, cuando los sujetos realizan una tarea de detección de errores dentro de un texto leído en voz alta, el nivel de intensidad de los ruidos habituales, como el del tráfico y el del fuego de armas, no afecta negativamente al número de errores identificados correctamente. No obstante, es de hacer notar que el número de errores chequeados no es la única medida posible del nivel de rendimiento de los sujetos, adicionalmente, se puede analizar el número de errores por comisión y por omisión. Tomando esta medida del rendimiento, el estudio de Jones y Broadbent (1979) revela que, analizando independientemente ambos tipos de errores, la presencia del ruido de máquinas de escribir, con diferentes niveles de intensidad, no afecta significativamente al número de errores por comisión, ni al número de errores por omisión. Sin embargo, cuando se suman ambos tipos de errores, el número promedio de errores cometidos por los sujetos, es significativamente más alto cuando trabajan bajo la condición de ruido alto, que cuando trabajan bajo la de ruido suave.

Por último, el estudio de Jones y Broadbent (1979) pone en evidencia que los lectores no tienen mayores dificultades para leer el texto bajo la condición de ruido alto, que las que tienen bajo la de ruido suave, pero que cuando se les pide que recuerden información contenida en el texto, el trabajar bajo condiciones de ruido alto, hace que los lectores sean incapaces de recordar o comprender la información previamente leída.

Los resultados revelan que, si bien la presencia de ruido no incide negativamente sobre la estructura superficial del rendimiento de los sujetos en tareas de lectura de textos, sí provoca deterioros a nivel de la estructura profunda. De acuerdo con Gósy (1988), cuando los sujetos leen en voz alta un texto bajo condiciones de ruidos habituales, lo hacen de una forma automática, realizando un esfuerzo adicional para leer lo más rápidamente posible. Este intento por leer rápido redundo en que aumenten los errores de articulación y de pronunciación. De hecho, y coincidiendo con los resultados obtenidos por Jones y Broadbent (1979), Gósy (1988), en su investigación sobre la conducta verbal y no verbal de las personas, cuando se comunican en condiciones ruidosas, observó que el rendimiento de los sujetos en una prueba de comprensión verbal es significativamente inferior cuando leen un texto en voz alta,

bajo condiciones ambientales caracterizadas por la presencia de distintos ruidos habituales.

Nuestra opinión es la de que se puede apreciar una tendencia a que, cuando las personas deben realizar alguna tarea de lectura en situaciones ruidosas, utilizan niveles de análisis de la información más superficiales y descuidan los niveles de procesamiento más profundos. Tal y como ya se comentó en la primera parte de este trabajo, una de las aproximaciones teóricas propuestas para dar cuenta de los resultados obtenidos en relación a los efectos del ruido sobre el rendimiento humano, basada en el modelo de la memoria como niveles de procesamiento propuesto por Craik y Lochart (1972) y Craik y Tulving (1975), plantea que la información verbal puede ser analizada por las personas a diferentes niveles y que la persistencia de las huellas en la memoria depende de la profundidad de análisis, de forma que las huellas más elaboradas resultan de niveles de análisis profundos. De acuerdo con este modelo, a niveles de procesamiento profundos, las personas pueden hacer uso de reglas previamente aprendidas y del conocimiento pasado, por lo que son capaces de manejar el material verbal con mayor eficiencia, y de retenerlo mejor y durante más tiempo. Tomando en consideración este modelo podemos concluir que, la presencia del ruido puede actuar haciendo que las personas utilicen niveles de análisis de la información más superficiales, lo que, sin duda alguna, redundará en una disminución en el rendimiento de los sujetos en tareas de comprensión verbal.

De acuerdo con Iriarte (1989), los efectos negativos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos, en tareas que implican altos niveles de concentración intelectual, son mayores a medida que aumenta el nivel de intensidad de la estimulación acústica. Por lo que, como pauta general, recomienda no sobrepasar los siguientes límites:

- | | |
|---|-----------|
| 1.- Trabajo mental absorbente | < 55 dBA. |
| 2.- Concentración mental con
esfuerzo medio | < 55 dBA. |
| 3.- Concentración mental con
esfuerzo ligero | < 75 dBA. |
| 4.- Concentración mental moderada | < 85 dBA. |

Otro tipo de tareas que también requieren la comprensión del material verbal presentado es la conocida como verificación de oraciones. Los efectos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en este tipo de tareas parecen depender, fundamentalmente, del tipo de ruido presentado durante la realización de la tarea, de la hora del día en que se lleve a cabo la tarea, y de la estrategia cognitiva empleada por los sujetos.

De acuerdo con los resultados obtenidos por Smith (1985 b) en una investigación sobre los efectos de distintos tipos de ruidos en el rendimiento en una tarea donde los sujetos debían indicar si una serie de oraciones eran correctas o erróneas, y en una tarea de comprobación de proposiciones alineadas, la presencia de un ruido blanco continuo a un nivel de intensidad de 85 dBC no tiene efectos perjudiciales sobre el rendimiento de los sujetos en ninguna de las dos tareas. También se observó la ausencia de efectos del ruido continuo sobre el rendimiento de los sujetos en la tarea de verificación de la verdad o falsedad de oraciones (Smith, 1987 exp.: 3). Como medida del rendimiento se tomó el tiempo requerido por los sujetos para completar la tarea. Sin embargo, la presencia de un ruido aglomerado compuesto por sonidos de informativos de radio, de máquinas de escribir y de música popular con un nivel de intensidad máximo de 85 dBC, sí afecta negativamente al rendimiento alcanzado por los sujetos experimentales en ambos tipos de tareas. Estos resultados fueron obtenidos cuando el rendimiento de los sujetos era medido como número total de ítems correctos, pero cuando el rendimiento era medido como número de errores no había un efecto principal significativo del tipo de ruido sobre el rendimiento.

El rendimiento de los sujetos en la tarea de verificación de la verdad o falsedad de oraciones depende, según los resultados obtenidos por Smith (1987 exp.: 3), de la hora del día en que se lleve a cabo la tarea. En este sentido, el rendimiento de los sujetos, medido como tiempo requerido para completar la tarea, es peor en las primeras horas del día (10:30 horas) que después (15:00 horas), mientras que este rendimiento es mejor en las primeras horas de la noche (23:30 horas) que después (4:00 horas). Estos resultados indican claramente que la velocidad en la verificación de oraciones varía a lo largo del día, pero de acuerdo con Smith (1987 exp.: 3) la presentación de un ruido blanco continuo de campo libre con 75 dBA de intensidad no afecta a este patrón, ya que no se observa ninguna interacción estadísticamente significativa entre condiciones de sonido y hora en que se realiza la tarea.

Por último, y en relación con la estrategia cognitiva empleada por las personas, Hartley, Dunne, Schwartz y Brown (1986) observan que, en una tarea de verificación de oraciones en la que los sujetos deben indicar si una oración dada es o no una representación correcta de un dibujo, la presencia de un ruido blanco continuo, con nivel de intensidad de 95 dBA, tiene efectos beneficiosos sobre el rendimiento de los sujetos que usan predominantemente una estrategia verbal para resolver la tarea, pero tiene efectos perjudiciales sobre el rendimiento de aquellos sujetos que usan una estrategia visuo-espacial.

2.- OBJETIVO DE INVESTIGACION.

La escasez de investigaciones en el área de los efectos del ruido sobre el rendimiento de las personas en tareas de comprensión lectora, aunada a nuestro interés por evaluar los efectos de la presencia del ruido en situaciones experimentales relativamente similares a sus verdaderas situaciones de trabajo de las personas, son las dos razones principales que nos han motivado este estudio. El objetivo del presente estudio experimental se centra en *la determinación de hasta qué punto los ruidos y sonidos habituales, presentados a niveles moderados de intensidad, influyen sobre el rendimiento de las personas en tareas que implican comprensión lectora y recuerdo del contenido de textos leídos en forma silenciosa.*

La necesidad de este estudio surge porque, si bien es cierto que el estudio de los efectos del ruido sobre la comprensión del lenguaje oral es de suma importancia, tanto a nivel teórico, como a nivel práctico, en muchas de las situaciones reales de trabajo, el ser humano está "obligado" a desarrollar actividades a las que subyacen procesos de interpretación y extracción del significado de material verbal inmerso en discursos que se le presentan en forma escrita, y que deben ser leídos y comprendidos en una lectura silenciosa, bajo condiciones ambientales ruidosas.

En estas situaciones, al igual que ocurre en los casos en los que el proceso de comunicación se da oralmente, la medición del rendimiento de los individuos en base a la realización de tareas del tipo chequeo de textos incorrectos y verificación de oraciones no nos aportan todos los datos necesarios para la obtención de conclusiones claras sobre los efectos que tiene la presencia del ruido en los procesos de comprensión verbal. Por ello, consideramos esencial ahondar en el estudio del comportamiento humano cuando se desarrollan tareas que conllevan la lectura, retención, interpretación, y recuperación de información verbal compleja, bajo condiciones ambientales en las que la presencia de un ruido o sonido habitual es la característica física esencial.

3. - HIPOTESIS DE TRABAJO.

En base a los resultados experimentales obtenidos por autores como Rabbit (1966, 1968), Schwartz (1975), Jones y Broadbent (1979), y Góssy (1988), en relación con los efectos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en tareas de comprensión del lenguaje, se plantean las siguientes hipótesis de trabajo:

- H.1.- *La presencia de ruido afecta al rendimiento de los sujetos en tareas que implican el manejo de información verbal compleja, en mayor medida que cuando la tarea implica información verbal simple.*

Esta hipótesis se puede contrastar experimentalmente, poniendo en relación los resultados obtenidos con pruebas complejas con aquellos que se obtuvieron en un experimento similar en el que se utilizó material verbal simple (Ver capítulo IV).

La verificación de esta hipótesis implica la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones obtenidas por los sujetos en una tarea de comprensión y recuerdo de información verbal inmersa dentro de un texto, cuando la tarea se realiza bajo distintas condiciones sonoras. Este resultado claramente contrastaría con las observaciones realizadas en el estudio experimental antes citado, relativas a la ausencia de diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento de los sujetos en tareas de recuerdo de información verbal simple, cuando la tarea se desarrolla bajo distintas condiciones sonoras.

- H.2.- *La presencia de ruido durante la realización de una tarea de comprensión verbal afecta negativamente al rendimiento de los sujetos.*

Este efecto perjudicial del ruido implica que las puntuaciones medias obtenidas por los sujetos en la tarea indicada, y cuando trabajan bajo condiciones de ruido, serán significativamente inferiores a las obtenidas por los mismos sujetos cuando trabajan bajo condiciones de silencio.

- H.3.- *La evaluación subjetiva que los sujetos hacen sobre la agradabilidad de los sonidos influye sobre el nivel de rendimiento alcanzado en las pruebas.*

Una relación entre evaluación subjetiva del estímulo sonoro y nivel de rendimiento implica la obtención de diferencias significativas entre el rendimiento de los sujetos, cuando estos trabajan bajo distintas condiciones de sonido que difieren en la evaluación subjetiva que de ellas hacen los sujetos, más que en su nivel de intensidad y de sonoridad. Este resultado indicaría que, en caso de que se verificasen las hipótesis H.1 y H.2, las diferencias encontradas podrían no sólo ser atribuibles a las condiciones de sonido/silencio.

- H.4.- *El rendimiento de los sujetos es significativamente menor cuando trabajan bajo condiciones sonoras que evalúan como desagradables, que cuando trabajan bajo condiciones sonoras evaluadas subjetivamente como agradables.*

Esta hipótesis será contrastada en caso de verificación de la H.3.

4. - METODOLOGIA EXPERIMENTAL.

A. - DISEÑO EXPERIMENTAL.

Para la comprobación de las hipótesis planteadas se utilizó un *diseño experimental de medidas repetidas completamente aleatorizado*.

El estudio fue realizado sobre una muestra de 40 sujetos seleccionados al azar de entre la población de estudiantes de la Facultad de Psicología de la Universidad Complutense. De los sujetos que constituyeron la muestra, el 67% eran mujeres y el 33% restante eran hombres, con edades entre los 20 y los 41 años, siendo la edad promedio de 21 años.

Cada uno de los sujetos seleccionados asistió a dos sesiones experimentales. En cada una de las sesiones, los sujetos realizaban una tarea de comprensión lectora de un texto bajo distintas condiciones sonoras (Silencio, Ambientes sonoros agradables, y Ambientes sonoros desagradables). De forma tal que, en cada sesión, cada sujeto experimental trabajó sobre tres textos diferentes bajo tres condiciones sonoras distintas, con un intervalo de tiempo entre condiciones sonoras de 10 minutos. La primera sesión experimental dio comienzo con un ensayo de práctica en la tarea de comprensión lectora. Este ensayo de práctica fue realizado bajo condiciones de silencio, y los sujetos trabajaron con un texto distinto de aquellos con los que, posteriormente, trabajarían bajo las condiciones sonoras experimentales.

El orden de presentación de los sonidos que conformaron las tres condiciones sonoras fue fijo: música clásica, tráfico rodado, pájaros, taladro eléctrico, y silencio.

El orden de presentación de los cinco textos (texto A, texto B, texto C, texto D, y texto E) fue contrabalanceado con los sonidos. Así, si bien todos los sujetos muestrales trabajaban en la tarea de comprensión lectora bajo todas las condiciones sonoras, no todos los sujetos recibían los mismos textos bajo la misma condición de sonido. Cada uno de los sujetos fue asignado al azar a cada uno de los ordenes posibles de presentación de los textos.

Todos los sujetos realizaron sus sesiones experimentales entre las 16:30 horas y las 18:30 horas. Ahora bien, todos los sujetos experimentales asistían a las sesiones a la misma hora. El intervalo de tiempo transcurrido entre sesiones para un mismo sujeto fue de una semana, de manera que cada sujeto inició su sesión experimental el mismo día de la semana y a la misma hora. La aplicación de las pruebas se hizo de forma colectiva, con la restricción de que en cada sesión y grupo el número de sujetos fuese menor o igual que 10.

El orden de presentación real de los textos y de las condiciones sonoras fue el que se indica en el cuadro siguiente:

SESION	PRIMERA SESION		SEGUNDA SESION		
SONIDO	MUS.	TRAF.	PAJ.	TAL.	SIL.
SUJETO	TEXTOS		TEXTOS		
01	B	C	E	D	A
02	C	E	D	A	B
03	E	D	A	B	C
04	D	A	B	C	E
05	C	E	D	A	B
06	E	D	A	B	C
07	D	A	B	C	E
08	A	B	C	E	D
09	E	D	A	B	C
10	D	A	B	C	E
11	A	B	C	E	D
12	B	C	E	D	A
13	D	A	B	C	E
14	A	B	C	E	D
15	B	C	E	D	A
16	C	E	D	A	B
17	A	B	C	E	D
18	B	C	E	D	A
19	C	E	D	A	B
20	E	D	A	B	C

El esquema de presentación de los textos mostrado en el cuadro anterior se repitió para los 20 sujetos restantes, de esta forma, cada uno de los cinco textos fue leído por ocho sujetos bajo la condición de silencio, sonido de música clásica, ruido de tráfico rodado, sonido de canto de pájaros, y ruido de taladro eléctrico.

B.- DEFINICION DE VARIABLES.

B.1.- VARIABLE INDEPENDIENTE.

La variable manipulada fue la condición de sonido bajo la que cada uno de los sujetos experimentales debía realizar la tarea de comprensión lectora. Se manejaron tres condiciones sonoras denominadas: silencio, ambientes sonoros agradables, y ambientes sonoros desagradables, y definidas como sigue:

- 1.- SILENCIO, definido como la no presentación de ninguno de los sonidos experimentales y en la que el nivel sonoro continuo equivalente (L_{eq}) en la sala de experimentación era de 45 dBA.
- 2.- AMBIENTES SONOROS AGRADABLES, definidos como situaciones ambientales que los sujetos en experimentos anteriores evaluaban subjetivamente como placenteras. En este estudio experimental se presentaron dos sonidos como fondo ambiental: el de música clásica y el de canto de pájaros.

En la condición donde se presentaba el sonido de música clásica, los niveles sonoros registrados en la sala de experimentación variaban entre un nivel mínimo de 32 dBA y un nivel máximo de 72,4 dBA. Registrándose un nivel continuo sonoro equivalente (L_{eq}) de 64,3 dBA.

Cuando se presentaba el sonido de canto de pájaros, los niveles registrados en la sala de experimentación variaban entre un nivel mínimo de 50,6 dBA y un nivel de máximo de 76,4 dBA. Registrándose un nivel sonoro continuo equivalente (L_{eq}) de 65 dBA.

- 3.- AMBIENTES SONOROS DESAGRADABLES, definidos como situaciones acústicas que los sujetos habían evaluado subjetivamente como displacenteras en estudios anteriores. En el presente estudio experimental se presentaron dos ruidos como fondo ambiental: el ruido del tráfico rodado y el ruido de un taladro eléctrico.

En la condición donde se presentó el ruido del tráfico rodado, los niveles de intensidad registrados en la sala de experimentación variaban entre un nivel mínimo de 39 dBA y un nivel máximo de 76,8 dBA. Registrándose un nivel sonoro continuo equivalente (L_{eq}) de 65,5 dBA.

En la condición de ambiente sonoro desagradable donde se presentó el ruido del taladro eléctrico, los niveles de intensidad registrados en la sala experimental variaban entre un nivel mínimo de 40 dBA y un nivel máximo de 74,7 dBA. Registrándose un nivel sonoro continuo equivalente (L_{eq}) de 64,8 dBA.

Las condiciones acústicas de la sala de experimentación se midieron con un sonómetro modular Brüel & Kjaer, modelo 2231.

Conviene señalar que, de acuerdo con las recomendaciones hechas por Iriarte (1989), cuando los individuos realizan una tarea que requiere concentración mental y esfuerzo moderado, los niveles de intensidad en el lugar de trabajo no deben superar los 55 dBA. Esto se verifica, en nuestro caso, solamente en la condición sonora denominada silencio.

La asignación de sonidos específicos a cada una de las condiciones sonoras, tanto agradables como desagradables, se ha realizado basandonos en nuestros propios resultados experimentales, obtenidos en el estudio descrito en el capítulo anterior, y en los estudios realizados por Santisteban (1987, 1988, 1989) en sus investigaciones transculturales sobre el comportamiento humano frente a sonidos habituales.

De acuerdo con los resultados de los estudios citados, podemos concluir: a) la mayor parte de los individuos evalúan subjetivamente los ambientes sonoros caracterizados por la presencia de música clásica como muy agradables o como extremadamente agradables, b) los ambientes donde se presenta el sonido de canto de pájaros se evalúan como agradables, c) la mayoría de las personas, evalúan subjetivamente las condiciones sonoras donde se presenta el ruido del taladro eléctrico como muy desagradables o extremadamente desagradables, y d) las condiciones sonoras donde se presenta el ruido del tráfico rodado se evalúan como desagradables. En este sentido, el orden de preferencia indicado por los sujetos experimentales que participaron en los estudios desarrollados por Santisteban (1987, 1988, 1989) es el siguiente:

Orden de Preferencia

Música Clásica > Canto de Pájaros > Tráfico > Taladro

Donde, el primero indica la condición de sonido más deseable para los sujetos, de acuerdo con sus opiniones subjetivas, sobre el nivel de agrado/desagrado provocado por dicho sonido, y el cuarto indica la condición de sonido menos deseable.

En el presente estudio experimental, los sonidos de música clásica y taladro eléctrico fueron los mismos que los utilizados en el estudio experimental descrito en el capítulo IV y, a su vez, coinciden con los presentados por Santisteban en sus ya citadas investigaciones. Los sonidos de canto de pájaros y tráfico rodado fueron idénticos a los empleados en las investigaciones de Santisteban (1987, 1988, 1989).

Adicionalmente, partiendo de un análisis en bandas de tercio de octava, se calculó el nivel de sonoridad de cada uno de los sonidos y ruidos, presentados como condiciones experimentales de ambientes sonoros agradables y desagradables, respectivamente.

Los espectros en frecuencia en bandas de 1/3 de octava de los sonidos de música clásica, tráfico rodado, canto de pájaros, y taladro eléctrico se obtuvieron con un analizador de frecuencias Brüel & Kjaer, modelo 2131, y se presentan en los gráficos 9, 10, 11, y 12. Las figuras 3, y 4 muestran los registros en función del tiempo de los sonidos del tráfico rodado y del canto de pájaros. Dado que los sonidos de música clásica y taladro eléctrico utilizados en este estudio fueron los mismos que los empleados en el estudio descrito en el capítulo IV, sus correspondientes registros en función del tiempo pueden verse en las figuras 1, y 2 del citado capítulo.

El cálculo del nivel de sonoridad de los cuatro sonidos experimentales fue realizado siguiendo el método propuesto por Zwicker y, posteriormente, descrito por Lara, Pérez-López y Santiago (1963). Asimismo, el cálculo fue desarrollado siguiendo las especificaciones de la norma española UNE 74-014-78 que corresponden con la norma internacional ISO 532-1975.

De acuerdo con el método de Zwicker (cp: Lara, Pérez-López y Santiago, 1963), y una vez conocidos los niveles de presión sonora en bandas de tercio de octava (Ver tabla 15), en primer lugar, realizamos la correspondiente agrupación de bandas de 1/3 de octava en grupos de frecuencias, por debajo de 300 Hz. Este agrupamiento consiste en combinar todas las bandas hasta la frecuencia de corte de 90 Hz para formar el primer grupo de frecuencias (25, 31.5, 40, 50, 63, y 80 Hz), las tres bandas siguientes desde 90 hasta 180 Hz se combinaron para formar el segundo grupo de frecuencias (100, 125, y 160 Hz), y finalmente, la combinación de las bandas desde 180 hasta 280 Hz dió el tercer grupo de frecuencias (200 y 250 Hz). Por ejemplo, si combinamos las bandas del tercer grupo de frecuencias, se tiene que:

$$L_z = 10 \lg_{10} (\text{antilog } L_{200}/10 + \text{antilog } L_{250})$$

donde, L_z es el nivel del grupo de frecuencias.

Música

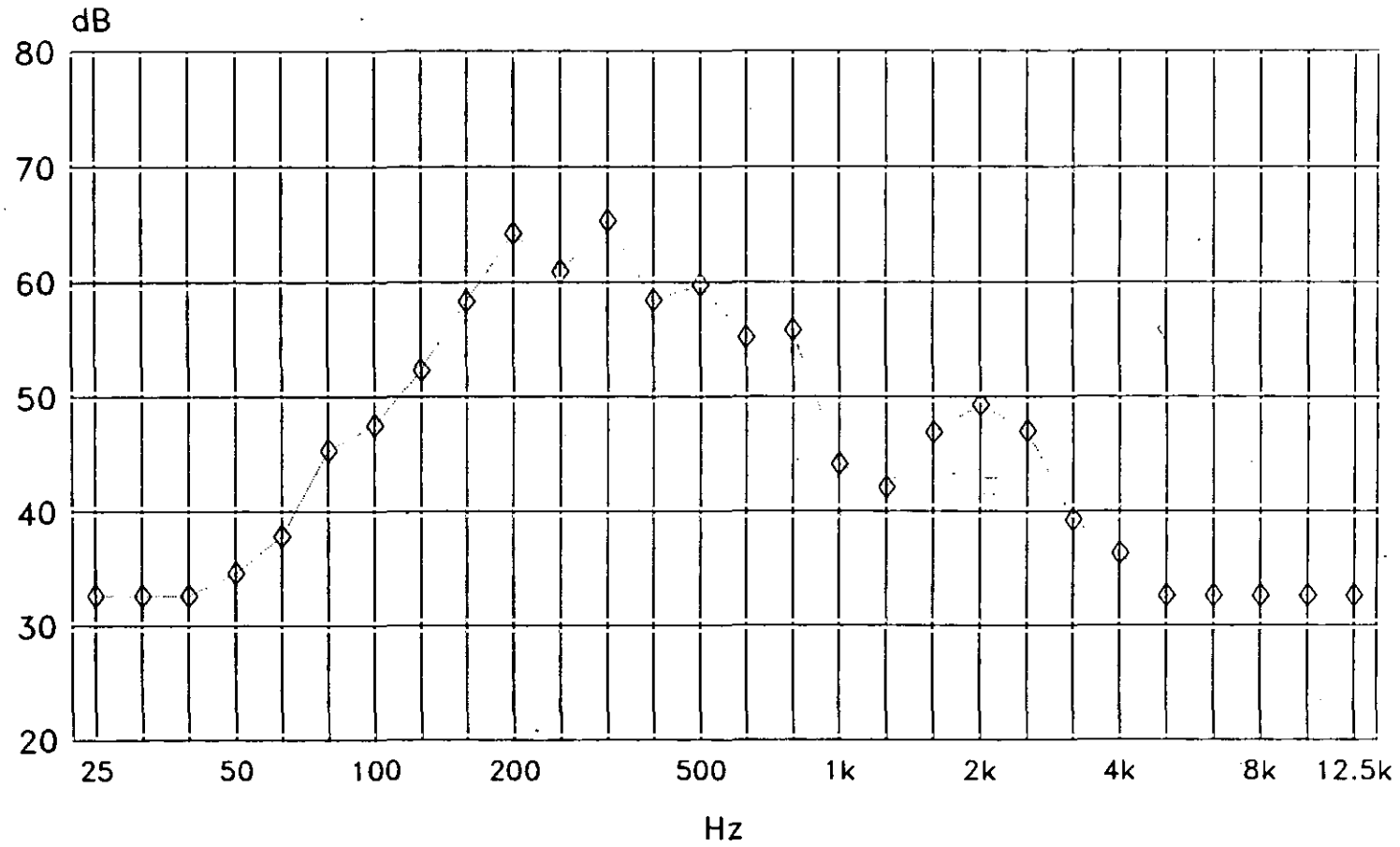


GRAFICO 9: Espectro en frecuencias en bandas de 1/3 de octava del sonido de música clásica.

Tráfico

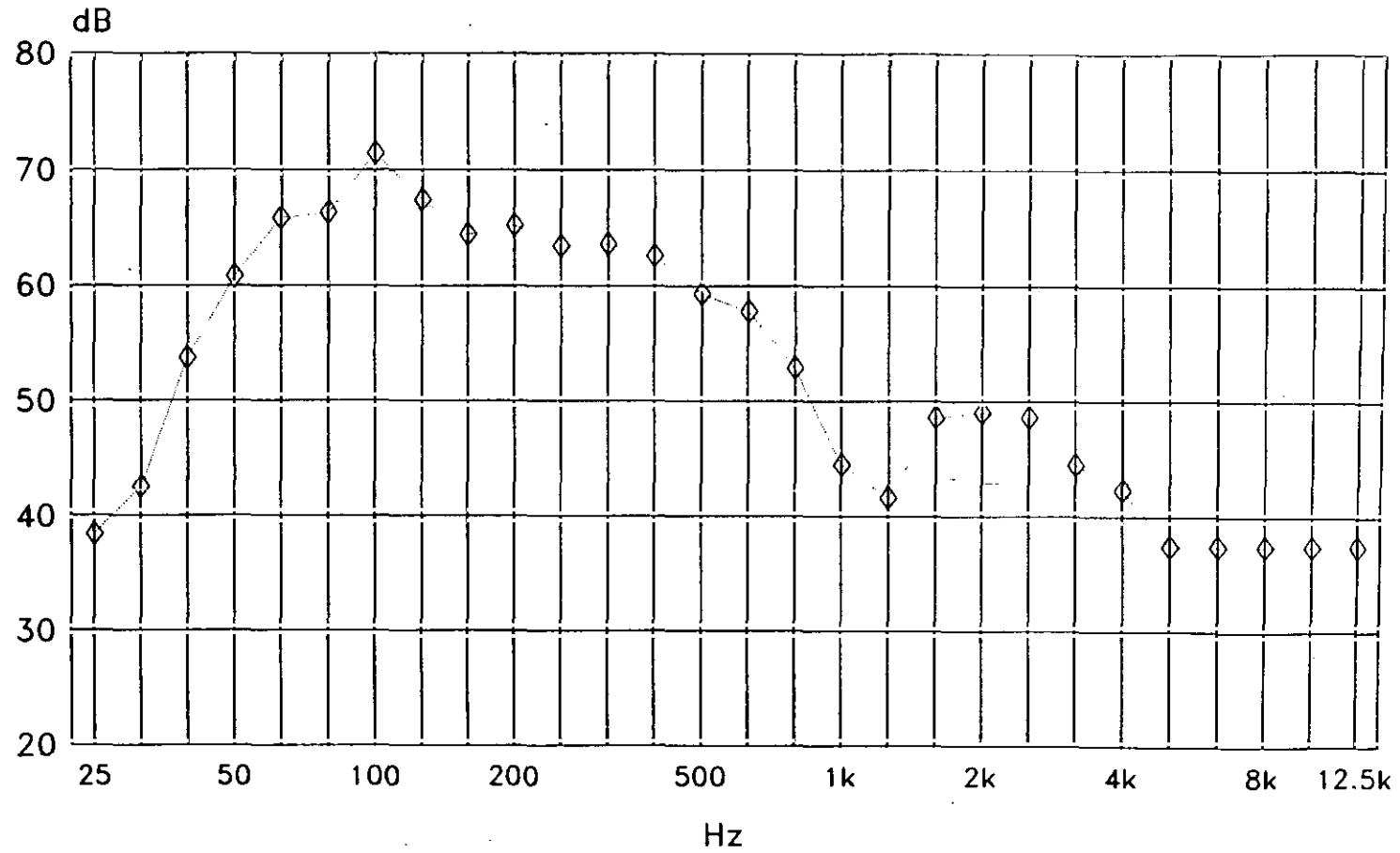


GRAFICO 10: Espectro en frecuencias en bandas de 1/3 de octava del ruido de tráfico rodado.

Pájaros

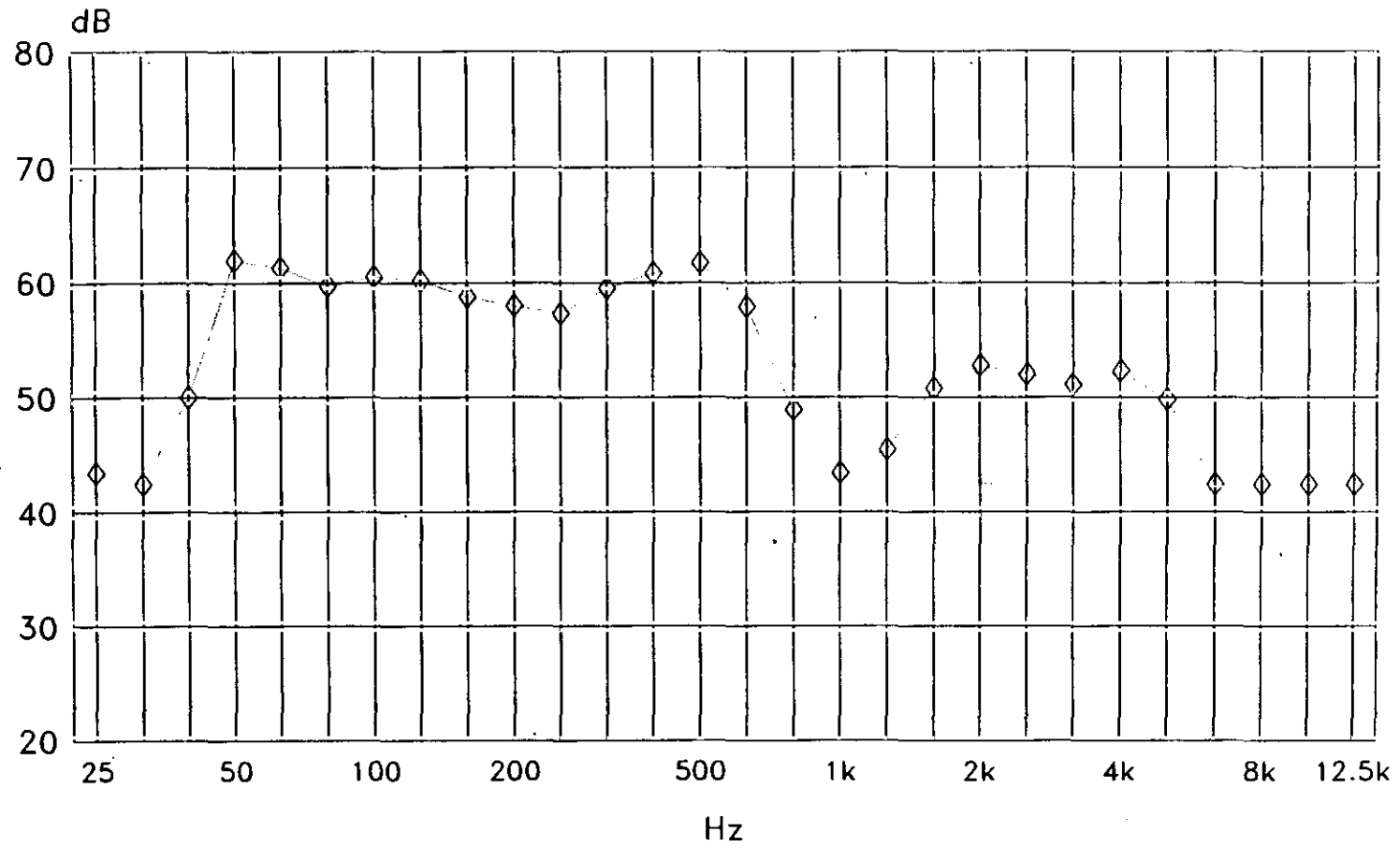


GRAFICO 11: Espectro en frecuencias en bandas de 1/3 de octava del sonido de canto de pájaros.

Taladro

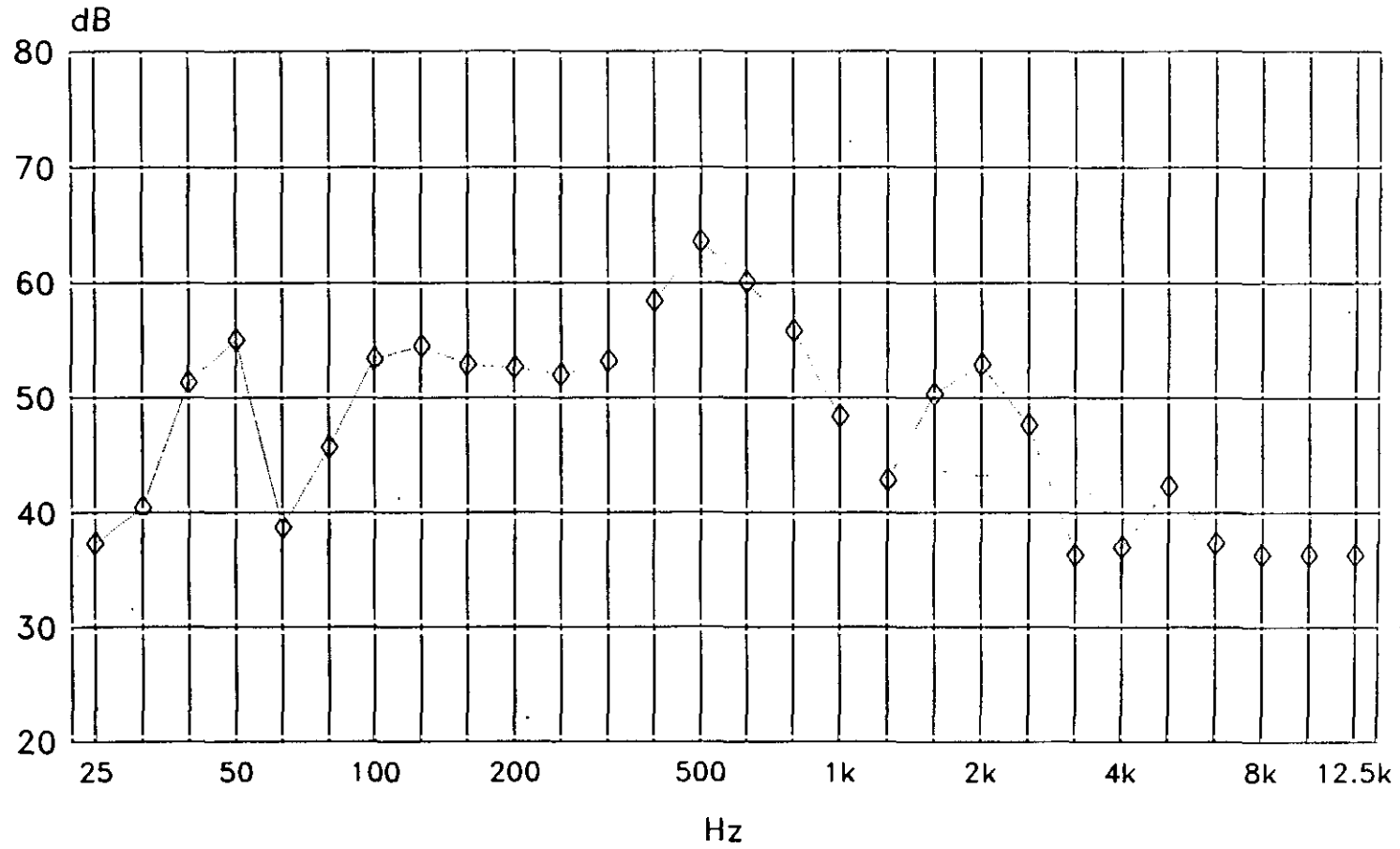


GRAFICO 12: Espectro en frecuencia en bandas de 1/3 de octava del ruido de taladro eléctrico.

Brüel & Kjær



QP 0102

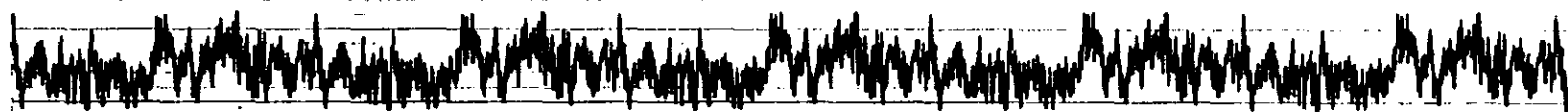


QP 0102

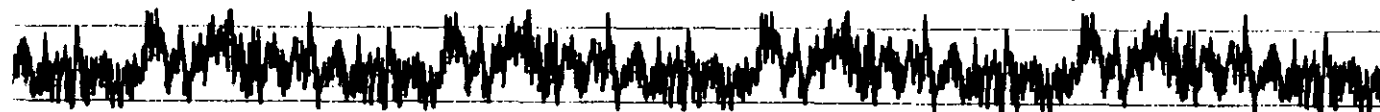


QP 0102

FIGURA 3: Registro en tiempo del ruido de tráfico rodado.



QP 0102



QP 0102

FIGURA 4: Registro en tiempo del sonido de canto de pájaros.

FRECUENCIA	SONIDOS			
	MUS.	TRAF.	PAJ.	TAL.
25	32,6	38,4	43,4	37,3
	32,6	42,5	42,4	40,4
	32,6	53,7	50,0	51,3
50	34,6	60,8	61,9	55,0
	37,8	65,8	61,3	38,7
	45,3	66,3	59,7	45,7
100	47,5	71,4	60,5	53,4
	52,3	67,4	60,2	54,5
	58,3	64,4	58,8	52,9
200	64,2	65,2	58,0	52,6
	60,9	63,4	57,7	52,0
	65,3	63,6	59,5	53,2
500	58,4	62,6	60,8	58,4
	59,7	59,3	61,7	63,6
	55,2	57,8	57,9	60,1
1K	55,8	52,9	48,9	55,8
	44,1	44,5	43,4	48,4
	42,1	41,6	45,4	42,8
2K	46,9	48,6	50,8	50,3
	49,3	49,0	52,8	52,9
	47,0	48,6	52,0	47,6
4K	39,2	44,5	51,1	36,3
	36,3	42,3	52,3	37,0
	32,6	37,4	49,8	42,3
8K	32,6	37,4	42,4	37,3
	32,6	37,4	42,4	36,3
	32,6	37,4	42,4	36,3
12.5K	32,6	37,4	42,4	36,3
A	64,3	65,5	65,0	64,8

TABLA 15: Niveles en bandas de 1/3 de octava de los sonidos presentados en las condiciones de ambientes sonoros agradables y ambientes sonoros desagradables.

Una vez hecho el agrupamiento, se seleccionó, de entre los gráficos dados en la norma UNE 74-014-78, aquellos correspondientes a campo acústico difuso, por ser el más parecido a las condiciones de la sala de experimentación. De entre ellos se eligieron los dos que incluían los niveles en grupos de frecuencia obtenidos a partir de los cuatro sonidos analizados (Ver anexo 5). A continuación se inscribieron, mediante líneas horizontales, los niveles de cada uno de los grupos de frecuencias, obteniéndose un diagrama en escalera. Los tramos contiguos se unen entre sí por líneas verticales, cuando al pasar de un grupo de frecuencias al contiguo inmediato superior hay que subir en el gráfico, y por curvas paralelas a las dibujadas en líneas de trazo discontinuo, cuando hay que bajar en el gráfico al pasar de grupo de frecuencias al contiguo (Ver anexo 6).

Mediante un planímetro, se transformó el área incluida entre la línea escalonada y el eje de las abcisas en un rectángulo del mismo área, con base igual al ancho del gráfico. La altura del rectángulo proporcionó el nivel de sonoridad, en fonios, de cada uno de los sonidos estudiados. Estos niveles de sonoridad fueron los siguientes:

Música clásica: 81 fonios (GD).
 Tráfico rodado: 85 fonios (GD).
 Canto de pájaros: 84,4 fonios (GD).
 Taladro eléctrico: 82,3 fonios (GD).

A manera de comprobación, se calculó el nivel de sonoridad siguiendo el método propuesto por Stevens (cp: Lara, Pérez-López y Santiago, 1963), y asimismo normalizado en la UNE 74-014-78. Los valores de sonoridad obtenidos con el método de Stevens fueron los siguientes:

Música clásica: 75,4 fonios.
 Tráfico rodado: 79 fonios.
 Canto de pájaros: 78 fonios.
 Taladro eléctrico: 76 fonios.

Como se puede ver, los valores de sonoridad obtenidos a través del método de Stevens y los obtenidos con el método de Zwicker difieren en una cuantía del orden de los seis fonios, variación ésta contemplada en la norma UNE 74-014-78; sin embargo, la ordenación de los sonidos de mayor a menor sonoridad se mantiene en ambos métodos.

Como se puede ver, si bien es cierto que los sonidos utilizados en este estudio difieren entre sí en cuanto a sus características espectrales, no difieren de manera importante ni en cuanto a sus niveles de sonoridad, ni en cuanto a los niveles sonoros continuos equivalentes registrados en la sala de experimentación. Esta "similitud" entre sonidos resultaba indispensable para la comprobación de las hipótesis de trabajo tercera y cuarta.

B.2.- VARIABLE DEPENDIENTE.

La variable dependiente analizada fue el nivel de rendimiento de los sujetos en una tarea de comprensión lectora. Dentro de esta variable se analizó, tanto el nivel de comprensión verbal, como el nivel de recuerdo de información específica contenida en el texto. Este análisis se basó en las respuestas dadas por los sujetos a una serie de preguntas sobre el contenido del texto leído, presentadas inmediatamente después de que los sujetos habían finalizado el período de tiempo de lectura. El número total de preguntas realizadas era de cinco, en todos los casos, dos de las cuales medían el nivel de recuerdo y las tres restantes el nivel de comprensión. Las preguntas que requerían por parte de los sujetos el recuerdo de datos contenidos en el texto eran preguntas abiertas, mientras que las que requerían comprensión eran preguntas cerradas de alternativas múltiples, donde sólo una de las alternativas era la correcta.

La elección de preguntas sobre el contenido del texto como forma para medir el rendimiento de los sujetos en comprensión lectora se basó en las observaciones hechas por Mc Ginitie (1975), de acuerdo con las cuales, la medición del nivel de comprensión lectora de los sujetos, a través de preguntas del tipo de las aquí utilizadas, tiene como ventaja, frente a la paráfrasis, el que en esta segunda forma de evaluación de la comprensión lectora los procedimientos habitualmente empleados para evaluar si la persona es capaz de reproducir con sus propias palabras las interrelaciones lógicas de las secuencias no son válidos y fiables, ya que para adjudicar una puntuación dada a la paráfrasis de cada sujeto es necesario que el investigador realice algún juicio preliminar sobre la presencia de ciertas ideas fundamentales del texto, o sobre las conexiones de determinadas expresiones de relaciones lógicas, y este juicio puede ser altamente subjetivo. Estos juicios preliminares no son necesarios en las preguntas de elección forzosa.

Adicionalmente, y dado que nuestro interés se centra en el análisis de la capacidad de los individuos para reproducir información directamente expresada en el texto, y para identificar, entre una serie de alternativas, aquella que recoge con exactitud las ideas explicitadas en el texto leído, la paráfrasis no resulta una forma idónea de medición del rendimiento puesto que, tal y como observan Bransford y Frank (1971) y Frederiksen (1975 b y c) en sus investigaciones sobre los procesos subyacentes a la comprensión, los protocolos de respuesta dados por los sujetos cuando se les pide resumir un texto incluyen, no sólo información semántica reproducida exactamente igual que en el texto original, sino también información relacional y conceptual inferida a partir del contenido del texto.

El nivel de rendimiento obtenido por los sujetos experimentales en cada una de las condiciones sonoras se evaluó computando:

- 1.- El número total de respuestas correctas dadas a las preguntas planteadas en cada uno de los textos leídos, bajo cada condición sonora.
- 2.- El número de errores por comisión, es decir, el número de preguntas contestadas por los sujetos de manera incorrecta en cada uno de los textos y bajo cada condición sonora.
- 3.- El número de errores por omisión, es decir, el número de preguntas que los sujetos no contestaban en cada texto leído, bajo cada condición sonora.

B.3.- VARIABLES CONTROLADAS.

En este estudio experimental se controlaron todas aquellas variables que se consideraron podían afectar a los resultados obtenidos en relación a los efectos de las condiciones sonoras sobre el rendimiento de los sujetos. Estas variables fueron las siguientes:

- 1.- *Hora del día en que los sujetos realizan la tarea.*
El efecto de esta variable se controló ya que cada sujeto experimental asistió a las distintas sesiones experimentales a la misma hora del día, y las dos sesiones fueron desarrolladas durante la tarde entre las 16:30 horas y las 18:30 horas.
- 2.- *Orden de presentación de las condiciones de sonido.*
Controlada presentando las condiciones de sonido en orden fijo, pero contrabalanceando el orden de presentación de los textos con las condiciones de sonido de la forma descrita en el diseño experimental.
- 3.- *Nivel de dificultad de los textos.*
El posible efecto de esta variable fue controlado puesto que los cinco textos presentados a los sujetos experimentales tenían aproximadamente el mismo nivel de dificultad. El nivel de dificultad fue calculado en base al análisis de los resultados de un estudio piloto, obteniéndose un nivel de dificultad promedio de 0,12.
- 4.- *Condiciones ambientales de la sala de experimentación.*
Todos los sujetos experimentales trabajaron durante las dos sesiones en la misma sala acondicionada de forma que simulase una sala de reuniones, manteniéndose constantes las variables de luminosidad y temperatura. Asimismo, los niveles de intensidad del sonido en la sala de experimentación fueron revisados antes de cada sesión, de forma tal que los niveles correspondiesen, en todos los casos, a los valores indicados en el apartado donde se describe la variable independiente.

5.- *Instrucciones.*

En todos los casos las instrucciones fueron idénticas y dadas verbalmente a los sujetos por el mismo experimentador. Estas instrucciones fueron:

A continuación les presentaré tres textos, uno a continuación del otro. Ustedes deben leer en voz baja cada uno de los textos con detenimiento hasta que yo les indique que deben parar de leer; en este momento, deben darle vuelta a la hoja y les entregaré una serie de preguntas sobre lo que han leído. Ustedes deben contestar a las preguntas planteadas en el período de tiempo disponible para ello. El tiempo dado para que lean el texto es suficiente como para que lo lean hasta dos veces.

6.- *Tiempo de exposición a las condiciones de sonido.*

Controlado ya que, en cada una de las condiciones de sonido, el tiempo de exposición al ruido correspondiente era idéntico (ocho minutos), y cada condición de sonido estaba presente, tanto en el período de tiempo en que los sujetos leían el texto, como en el período durante el cual respondían a las preguntas.

C.- **DESCRIPCION DE LA TAREA Y DEL MATERIAL PRESENTADO.**

La tarea que debían realizar los sujetos experimentales bajo cada condición de sonido fue, como ya se ha indicado, una de *comprensión lectora y recuerdo del contenido de textos*. De acuerdo con el modelo de tratamiento de textos propuesto por Kintsch y Van Dijk (1978) analizado en la introducción del presente capítulo, la comprensión de un texto requiere, por parte de los individuos, la puesta en práctica de operaciones tales como:

- a) La organización de los elementos significativos del texto dentro de un todo coherente. Esta operación es el resultado del procesamiento múltiple de algunos elementos y, por lo tanto, de una retención diferencial del contenido explicitado en el texto.
- b) La condensación del significado del texto en lo que denominamos "sustancia" del mismo.

Dentro del contexto del citado modelo, la comprensión de textos implica que los sujetos elaboren, en primer lugar, un texto base referencialmente coherente, o lo que Kintsch y Van Dijk (1978) denominan microestructura del texto, y en segundo lugar, que transformen las proposiciones del texto base en un grupo de macroproposiciones que representen lo sustancial del texto, es decir, la macroestructura del texto.

A partir de los resultados obtenidos en un estudio piloto, se elaboraron cinco textos (Ver anexo 7) cuyo contenido hacía referencia a distintos temas científicos relativamente familiares para los sujetos experimentales. Los temas específicos a los que hacían referencia cada uno de los textos presentados fueron:

- Texto A: Regulación del tráfico urbano.
- Texto B: Ritmicidad del funcionamiento fisiológico del organismo.
- Texto C: Reconocimiento de rostros.
- Texto D: Desordenes obsesivo-compulsivos.
- Texto E: Perspectiva etológica de los desordenes obsesivo-compulsivos.

El hecho de que el contenido de los textos sea familiar para los sujetos pertenecientes a la muestra resulta indispensable puesto que, la mayor o menor dificultad que un texto dado tiene para distintos sujetos, depende no sólo de las condiciones específicas en que el texto sea leído, sino de lo más o menos familiar que resulte su contenido para los lectores. De hecho, si el contenido del texto no es familiar para los sujetos, y tal y como apuntan Kintsch y Van Dijk (1978), el número de búsquedas en la memoria a largo plazo y el número de inferencias necesarias aumenta, incrementándose la dificultad de la lectura. Estos incrementos en la dificultad pueden, sin lugar a dudas, enmascarar los verdaderos efectos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en tareas de comprensión lectora.

La elaboración de cinco textos de distinto contenido tuvo como finalidad que ninguno de los sujetos experimentales trabajara con el mismo texto bajo dos condiciones sonoras diferentes, evitándose así la exposición repetida al texto y, por tanto, el efecto de aprendizaje. De acuerdo con los resultados obtenidos por Frederiksen (1975 b y c) en sus investigaciones sobre los efectos del contexto en el que los sujetos deben comprender un texto sobre los procesos subyacentes a la comprensión lectora, la exposición repetida al texto trae como consecuencia que aumente la probabilidad con que los sujetos emiten respuestas derivadas, que no reproducen directamente el contenido explicitado en el texto original y, como se indicó con anterioridad, nuestro interés se centra en la capacidad de los sujetos para reproducir e identificar información explicitada en el texto, más que en la capacidad de los sujetos para realizar inferencias.

Los cinco textos presentados tenían aproximadamente el mismo número de palabras (Número promedio de palabras: 347), y requerían de un período de tiempo aproximadamente igual para ser leídos una vez.

Los sujetos experimentales trabajaron con cada uno de los textos bajo una condición de sonido determinada, y disponían de tres minutos para leer cada texto y de tres minutos para responder a las cinco preguntas que se hacían sobre el contenido de cada texto, con un período de descanso entre texto y texto de 10 minutos.

ESTUDIO PILOTO REALIZADO CON OBJETO DE SELECCIONAR LOS TEXTOS EXPERIMENTALES.

La selección de los cinco textos experimentales se basó en los resultados obtenidos en un estudio piloto desarrollado a tal efecto, con una muestra de 29 sujetos seleccionados al azar de entre la población de estudiantes de la Facultad de Psicología de la Universidad Complutense.

En este estudio piloto, en primer lugar, se elaboraron seis textos de prueba cuyo contenido fue seleccionado de entre varios artículos publicados en revistas científicas de carácter divulgativo, específicamente: Mundo Científico y Scientific American edición española. De entre estos seis textos, dos hacían referencia a temas relativamente familiares para la mayoría de las personas y los cuatro restantes abordaban temas mucho más especializados. Estos temas fueron:

- Texto de prueba A: Regulación del tráfico urbano.
- Texto de prueba B: Ritmicidad del funcionamiento fisiológico del organismo.
- Texto de prueba CA: Mecanismos específicos del reconocimiento de rostros.
- Texto de prueba CB: Reconocimiento de rostros.
- Texto de prueba DA: Desordenes obsesivo-compulsivos.
- Texto de prueba DB: Perspectiva etológica de los desordenes obsesivo-compulsivos.

Los textos fueron elaborados teniendo cuidado de que el número de palabras en cada uno fuese aproximadamente igual (Número promedio de palabras de los textos de prueba: 335), y que el tiempo requerido para leerlos una vez fuese similar (Tiempo promedio para leer los textos de prueba: dos minutos).

Asimismo, se elaboraron seis preguntas sobre el contenido de cada uno de los textos, de las cuales tres requerían el recuerdo de datos aparecidos en el texto y tres requerían la comprensión de lo leído. Las preguntas relativas al recuerdo del contenido eran preguntas abiertas y las referentes a comprensión eran preguntas cerradas de alternativas múltiples, donde solamente una de las alternativas era correcta.

Los textos de prueba fueron presentados a los sujetos muestrales en una única sesión experimental y bajo condiciones de silencio. Los sujetos fueron asignados al azar a dos grupos que diferían en los textos leídos: Grupo 1: textos A, CA, y DA; Grupo 2: Textos B, CB, y DB, de forma tal que ningún sujeto leyó los dos textos referentes a los desordenes obsesivo-compulsivos (texto DA y DB), ninguno leyó los dos textos relativos al reconocimiento de rostros (textos CA y CB), y ninguno leyó el texto del tráfico (texto A) junto

al del desfase horario (texto B). Así, cada uno de los sujetos muestrales trabajó en la tarea de comprensión lectora con tres de los seis textos de prueba, con un intervalo de tiempo entre texto y texto de 10 minutos. Los sujetos disponían de un tiempo de cuatro minutos para leer, al menos dos veces, cada texto y de un período de tiempo para responder a las preguntas de cinco minutos.

El orden de presentación de los textos fue contrabalanceado y la forma exacta de administración fue la siguiente:

SUJETO	ORDEN DE PRESENTACION DE LOS TEXTOS		
	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO
01	A	CA	DA
02	DA	CA	A
03	CA	DA	A
04	CA	A	DA
05	DA	A	CA
06	A	DA	CA
07	B	CB	DB
08	DB	CB	B
09	CB	DB	B
10	CB	B	DB
11	DB	B	CB
12	B	DB	CB
13	A	CA	DA
14	DA	CA	A
15	CA	DA	A
16	CA	A	DA
17	DA	A	CA
18	A	DA	CA
19	B	CB	DB
20	DB	CB	B
21	CB	DB	B
22	CB	B	DB
23	DB	B	CB
24	B	DB	CB
25	A	CA	DA
26	DA	CA	A
27	CA	DA	A
28	CA	A	DA
29	DA	A	CA

Por lo tanto, el texto de prueba A fue leído por 17 sujetos: cinco lo recibieron en primer lugar, seis en segundo y seis en tercer lugar. El texto de prueba B fue leído por 12 sujetos: cuatro lo recibieron en primer lugar, cuatro en segundo y cuatro en tercer lugar. El texto de prueba CA fue leído por 17 sujetos: seis en primer lugar, seis en segundo y cinco en tercer lugar. El texto de prueba CB fue leído por 12 sujetos: cuatro en primer lugar, cuatro en segundo y cuatro en tercer lugar. El texto de prueba DA fue leído por 17 sujetos: seis lo recibieron en primer lugar, cinco en segundo y seis en tercer lugar. Finalmente, el texto de prueba DB fue leído por 12 sujetos: cuatro en primer lugar, cuatro en segundo y cuatro en tercer lugar.

Con objeto de calcular el nivel de dificultad de cada uno de los textos probados y el nivel de dificultad de cada una de las preguntas realizadas, se contabilizó el número de sujetos que respondían correctamente a cada una de las preguntas realizadas, en cada uno de los textos probados.

Los resultados pusieron de manifiesto que, en general, todos los textos de prueba resultaron bastante fáciles (Nivel promedio de dificultad: 0,22), siendo el texto más difícil el denominado como Texto CA (Nivel de dificultad: 0,37). Curiosamente, y en contraposición a lo supuesto previamente por nosotros, la mayor o menor familiaridad del contenido de los textos de prueba no estuvo claramente relacionada con la mayor o menor dificultad de dichos textos para los sujetos que participaron en el estudio piloto. En este sentido, y si bien todos los textos eran fáciles, los textos que resultaron más fáciles fueron dos de los que, en principio, habían sido considerados como menos familiares dado su especificidad en el contenido, a saber: los textos DA y DB. Probablemente, esto se deba a que los sujetos que participaron en este estudio piloto eran todos estudiantes de Psicología.

Por otra parte, y en relación con el nivel de dificultad de cada una de las preguntas realizadas, los datos mostraron que en los seis textos probados las preguntas relativas a la comprensión del contenido del texto resultaban más fáciles que las que requerían recuerdo de datos incorporados en el texto. En este sentido, el nivel promedio de dificultad de las preguntas de comprensión fue de 0,14, mientras que el nivel promedio de dificultad de las preguntas de recuerdo fue de 0,31.

En base al nivel de dificultad de cada una de las preguntas realizadas y de cada uno de los textos probados se seleccionaron aquellas preguntas que serían usadas en el estudio experimental en sí mismo, eliminándose aquellas que resultaron excesivamente difíciles, y se decidió eliminar el texto CA puesto que su nivel de dificultad era muy superior al del resto de los textos. De esta forma, el nivel de dificultad de cada uno de los textos seleccionados resultó como se muestra en la tabla 16.

TEXTO	NIVEL PROMEDIO DE DIFICULTAD MEMORIA/COMPRESION.		NIVEL PROMEDIO DE DIFICULTAD DE CADA UNO DE LOS TEXTOS.
	M	C	
A	M	0,18	0,18
	C	0,18	
B	M	0,12	0,10
	C	0,08	
C	M	0,04	0,10
	C	0,16	
D	M	0,12	0,09
	C	0,06	
E	M	0,12	0,13
	C	0,14	

TABLA 16: Nivel promedio de dificultad de las preguntas de recuerdo (M) y comprensión (C), y de cada uno de los textos del estudio experimental.

Se ha contrastado la hipótesis nula
 H_0 : el número de respuestas correctas no depende del texto utilizado, ni en las pruebas de comprensión, ni en las de memoria.

El contraste de esta hipótesis se ha realizado utilizando el test Ji-cuadrado, como prueba de independencia, sobre los datos de las correspondientes tablas de contingencia que se presentan a continuación:

MEMORIA Prueba				COMPRENSION Prueba				
Texto	1	2	Total	Texto	1	2	3	Total
B	12	9	21	B	12	12	9	33
C	12	11	23	C	11	8	11	30
E	11	10	21	E	12	9	10	31
Total	35	30	65	Total	35	29	30	94

MEMORIA Prueba				COMPRENSION Prueba				
Texto	1	2	Total	Texto	1	2	3	Total
A	15	13	28	A	13	13	16	42
D	14	16	30	D	17	14	17	48
Total	29	29	58	Total	30	27	33	90

TABLA 17: Tablas de contingencia utilizadas para contrastar la independencia de los textos.

Los valores obtenidos para el test, se dan como X^2_{exp} y son los siguientes:

- A.- Pruebas de MEMORIA:** Independencia entre textos B, C, E.
 $X^2_{exp} = 0,136.$
Independencia entre textos A, D.
 $X^2_{exp} = 0,280.$
- B.- Pruebas de COMPRENSION:** Independencia entre textos B,C,E.
 $X^2_{exp} = 0,992.$
Independencia entre textos A, D.
 $X^2_{exp} = 0,196.$

Los resultados muestran que se puede aceptar la hipótesis nula de independencia entre los textos, a un nivel de significación $p = 0,01.$

5.- ANALISIS Y RESULTADOS.

A continuación se exponen los estudios dirigidos a realizar la contrastación de las hipótesis, así como los resultados obtenidos.

El rendimiento de los sujetos experimentales fue medido como número de respuestas correctas, número de errores por comisión, y número de errores por omisión. Las técnicas de análisis estadístico utilizadas han sido los correspondientes análisis de varianza no paramétricos. Para estos análisis se empleó el programa BMDP3S que hace uso del test de Friedman, para determinar la existencia o no de diferencias estadísticamente significativas entre condiciones de sonido. Este test está indicado en aquellos casos en los que, como en el nuestro, las variables no se distribuyen normalmente.

En los casos en los que se observó un efecto principal significativo de las condiciones de sonido, y con el fin de determinar entre qué condiciones de sonido se daban las diferencias significativas, se calcularon los valores del test no paramétrico de Wilcoxon, a través del programa BMDP3D.

A.- EFECTO DE LAS CONDICIONES DE SONIDO SOBRE EL RENDIMIENTO DE LOS SUJETOS, MEDIDO COMO NUMERO TOTAL DE RESPUESTAS CORRECTAS.

El número total de respuestas correctas obtenido por cada sujeto experimental en cada uno de los textos leídos y bajo cada condición de sonido, resulta de la suma del número de respuestas correctas obtenido en las preguntas de memoria y el número de respuestas correctas obtenido en las preguntas de comprensión.

Los resultados del análisis de varianza realizado evidencian que hay un efecto principal significativo de las condiciones de sonido bajo las que los sujetos deben realizar la tarea (Valor en el test de Friedman $F_d = 13,87$), a un nivel de significación de $p = 0,05$. Este efecto refleja que los sujetos experimentales obtienen un número total de respuestas correctas significativamente menor cuando trabajan en la tarea de comprensión lectora y recuerdo del contenido bajo la presencia de alguno de los sonidos experimentales, que cuando realizan la tarea bajo la condición de silencio (Ver tabla 18).

TEXTO LEIDO	CONDICION DE SONIDO					TOTAL
	MUS.	TRAF.	PAJ.	TAL.	SIL.	
A	28	26	32	24	38	148
B	23	23	24	28	36	134
C	30	24	37	29	36	156
D	29	33	25	29	26	142
E	23	29	32	28	32	144
TOTAL	133	135	150	138	168	724

TABLA 18: Número total de respuestas correctas obtenido bajo cada una de las condiciones de sonido y con cada uno de los textos.

Para averiguar entre qué condiciones de sonido se dan las diferencias significativas observadas se ha utilizado el test de Wilcoxon. Los resultados ponen de manifiesto que, las diferencias significativas se dan entre los pares música, tráfico, pájaros, y taladro con la condición de silencio (Ver tabla 19). No se han observado diferencias significativas entre las distintas condiciones sonoras, caracterizadas por la presencia de sonidos agradables y desagradables, aún cuando, los datos presentados en la tabla 18 muestran que, comparando los cuatro sonidos experimentales entre sí, el número total de respuestas correctas obtenido por los sujetos tiende a ser mayor cuando trabajan bajo la condición de canto de pájaros, que cuando trabajan bajo las de música clásica, tráfico rodado, y taladro eléctrico.

CONDICIONES DE SONIDO COMPARADAS.	VALOR TEST WILCOXON.
MUSICA-TRAFICO	205,0
MUSICA-PAJAROS	87,5
MUSICA-TALADRO	203,5
MUSICA-SILENCIO	81,0 (*)
TRAFICO-PAJAROS	182,5
TRAFICO-TALADRO	214,0
TRAFICO-SILENCIO	109,5 (*)
PAJAROS-TALADRO	129,5
PAJAROS-SILENCIO	52,5 (*)
TALADRO-SILENCIO	90,0 (*)

TABLA 19: Valores obtenidos en el test de Wilcoxon para cada par de condiciones de sonido comparadas.

(*) indica una diferencia significativa entre condiciones a un nivel de significación $p = 0,05$.

B.- EFECTO DE LAS CONDICIONES DE SONIDO SOBRE EL RENDIMIENTO DE LOS SUJETOS EN RECUERDO DE INFORMACION, MEDIDO COMO NUMERO DE RESPUESTAS CORRECTAS.

Analizando el porcentaje de sujetos que responden correctamente a las preguntas en las que se pedía recuerdo de información previamente aparecida en el texto leído, se observa que, cuando los sujetos trabajan bajo la condición de silencio, el 55% del total de la muestra responde correctamente a las dos preguntas relativas al recuerdo de información. En contraposición, bajo la condición de música, sólo el 28% de la muestra responde correctamente a estas dos preguntas, bajo ruido de tráfico sólo el 18% responde correctamente a las dos preguntas, bajo la de canto de pájaros sólo el 15% responde correctamente a las dos preguntas, y bajo la de taladro sólo el 33% de los sujetos de la muestra responde correctamente a las dos preguntas de memoria. La relación entre porcentaje de sujetos que responden correctamente a las dos preguntas de memoria y condiciones sonoras se presenta en el gráfico 13.

El gráfico 13 muestra una tendencia a que los sujetos rindan mejor, cuando realizan una tarea que implica la recuperación de información contenida en un texto, cuando trabajan bajo condiciones de silencio. Esta tendencia se ve confirmada y resulta estadísticamente significativa al analizar los resultados obtenidos en el análisis de varianza. Estos resultados indican que hay un efecto principal significativo, a un nivel de significación $p = 0,05$, de las condiciones de sonido (Valor en el test Friedman $F_3 = 12,70$). El efecto principal de las condiciones sonoras refleja que, cuando se analiza el número de respuestas correctas obtenido por los sujetos en las preguntas de memoria, el rendimiento de los individuos es significativamente superior cuando trabajan bajo la condición de silencio que cuando realizan la tarea en cualquiera de las otras cuatro condiciones de sonido (Ver tabla 20).

De hecho, los cálculos realizados para determinar entre qué condiciones de sonido se dan las diferencias significativas indican que, comparando las condiciones de música, tráfico, pájaros, y taladro con la de silencio, la diferencia entre condiciones es estadísticamente significativa, a un nivel de significación $p = 0,05$ (Ver tabla 21). Adicionalmente, este análisis evidencia que también hay una diferencia significativa al comparar el rendimiento de los sujetos bajo la condición de tráfico con el rendimiento bajo la de pájaros. Esta diferencia indica que los sujetos rinden significativamente mejor, en las preguntas de memoria, cuando trabajan bajo la condición de sonido de canto de pájaros, que cuando trabajan bajo la de

Porcentaje
de sujetos

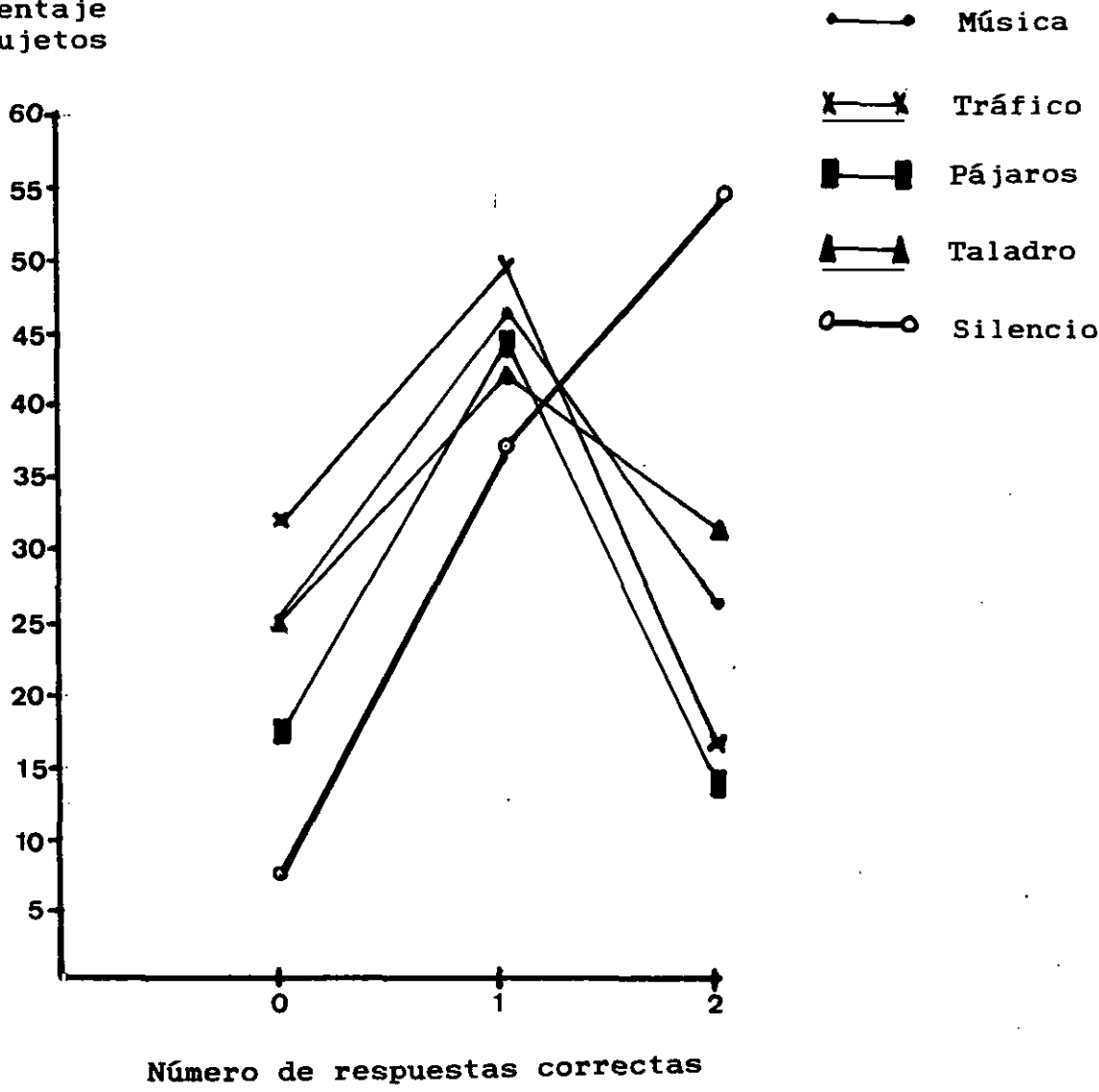


GRAFICO. 13: Porcentaje de sujetos que responde correctamente 0, 1, y 2 preguntas de memoria en función de las condiciones sonoras.

ruido de tráfico rodado (Número total de respuestas correctas en memoria: Pájaros=48; Tráfico=34) .

TEXTO LEIDO	CONDICION DE SONIDO					TOTAL
	MUS.	TRAF.	PAJ.	TAL.	SIL.	
A	12	4	11	6	14	47
B	5	6	5	9	12	37
C	11	5	13	10	12	51
D	8	12	6	11	9	46
E	5	7	13	7	12	44
TOTAL	41	34	48	43	59	225

TABLA 20: Número de respuestas correctas obtenido en las preguntas de memoria bajo cada una de las condiciones sonoras y con cada uno de los textos leídos.

CONDICIONES DE SONIDO COMPARADAS.	VALOR TEST WILCOXON.
MUSICA-TRAFICO	110,0
MUSICA-PAJAROS	125,5
MUSICA-TALADRO	162,5
MUSICA-SILENCIO	70,5 (*)
TRAFICO-PAJAROS	88,5 (*)
TRAFICO-TALADRO	133,5
TRAFICO-SILENCIO	27,0 (*)
PAJAROS-TALADRO	137,5
PAJAROS-SILENCIO	21,0 (*)
TALADRO-SILENCIO	73,5 (*)

TABLA 21: Valores obtenidos en el test de Wilcoxon para cada par de condiciones de sonido comparadas.
(*) indica una diferencia significativa entre condiciones a un nivel de significación p = 0,05.

C.- EFECTO DE LAS CONDICIONES DE SONIDO SOBRE EL RENDIMIENTO DE LOS SUJETOS EN COMPRENSION LECTORA, MEDIDO COMO NUMERO DE RESPUESTAS CORRECTAS.

De igual forma que cuando se analiza el rendimiento de los sujetos experimentales en recuperación de información inmersa dentro de los textos, cuando se analiza el rendimiento de los mismos sujetos en comprensión lectora se observa que, el porcentaje de sujetos que responde correctamente a las tres preguntas de comprensión en la condición de silencio es superior al porcentaje de sujetos que responde correctamente en el resto de las condiciones de sonido. Específicamente, el porcentaje de sujetos que responde correctamente a todas las preguntas de comprensión, cuando realizan la tarea bajo la condición de silencio es del 80%, mientras que éste porcentaje es sólo del 45% en la condición de música clásica, del 63% en la de tráfico rodado, del 63% en la de canto de pájaros, y del 45% en la condición de ruido de taladro eléctrico. Esta relación entre, porcentaje de sujetos que responde correctamente a las preguntas de comprensión, y condiciones sonoras bajo las que se realiza la tarea, queda de manifiesto en el gráfico 14. No obstante, el gráfico 14 evidencia que, a diferencia de lo observado en relación con el rendimiento de los sujetos en las preguntas de memoria, cuando se analiza el rendimiento en comprensión, hay una tendencia a que el porcentaje de sujetos que responde correctamente 0, 1, 2, y 3 preguntas de comprensión sea creciente bajo cualquiera de las condiciones sonoras presentadas, siendo esta tendencia más pronunciada en la condición de silencio.

Los resultados del análisis de varianza indican que no hay un efecto principal significativo de las condiciones sonoras bajo las que los sujetos realizan la tarea de comprensión, sobre el nivel de rendimiento por ellos alcanzado (Valor en el test de Friedman $F_3 = 7,44$). No obstante, un análisis detallado de los datos muestra que, en relación al número de respuestas correctas en las preguntas de comprensión, el rendimiento de los sujetos experimentales tiende a ser superior cuando realizan la tarea bajo la condición de silencio, que cuando la realizan bajo el resto de las condiciones de sonido (Ver tabla 22).

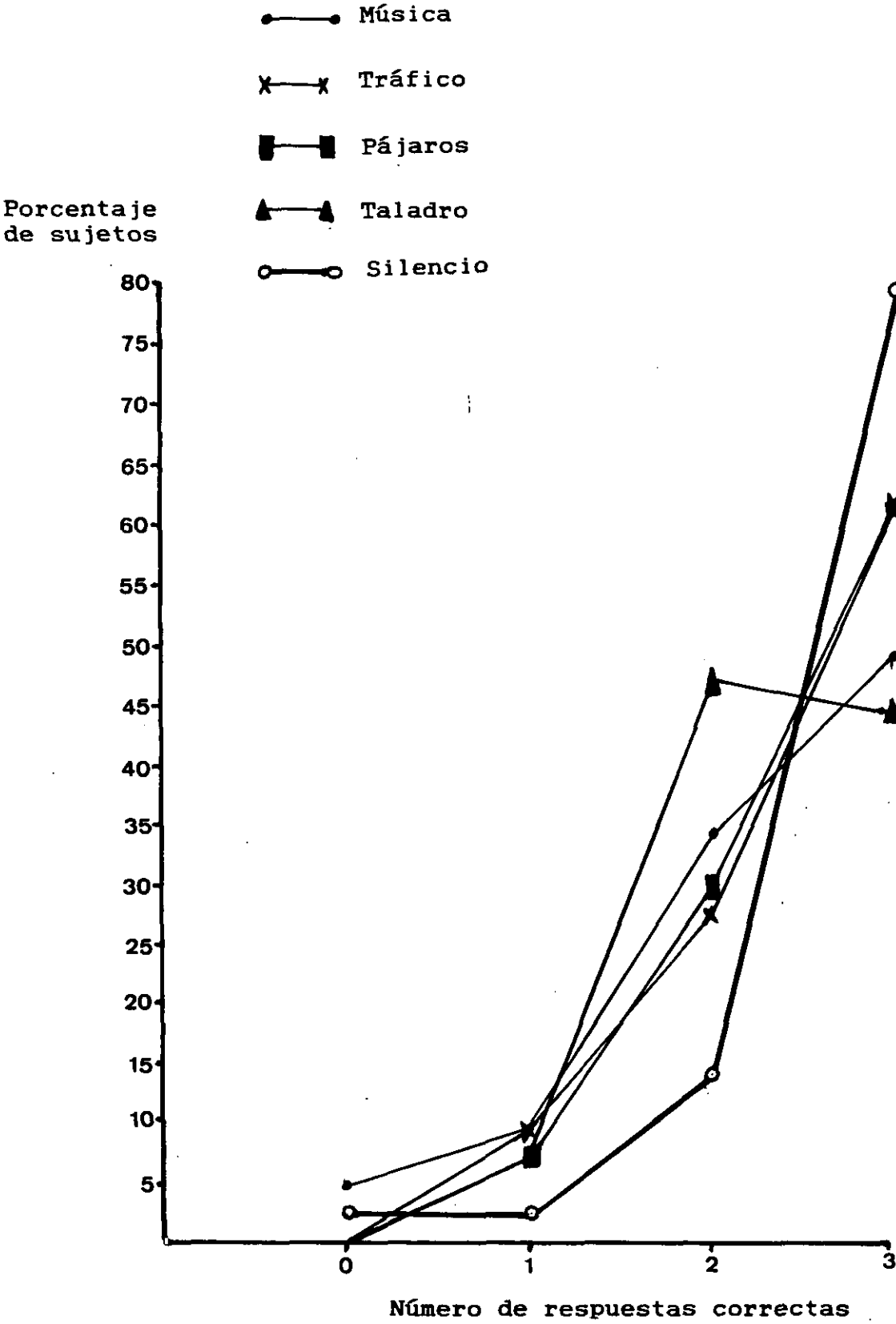


GRAFICO 14: Porcentaje de sujetos que responde correctamente 0, 1, 2, y 3 preguntas de comprensión en función de las condiciones sonoras.

TEXTO LEIDO	CONDICION DE SONIDO					TOTAL
	MUS.	TRAF.	PAJ.	TAL.	SIL.	
A	16	22	21	18	24	101
B	18	17	19	19	24	97
C	19	19	24	19	24	105
D	21	21	19	18	17	96
E	18	22	19	21	20	100
TOTAL	92	101	102	95	109	499

TABLA 22: Número de respuestas correctas en comprensión lectora obtenido bajo cada condición de sonido y con cada uno de los textos leídos.

Aún cuando, no se observa evidencia experimental de un efecto principal significativo de las condiciones sonoras, el cálculo de las diferencias entre condiciones de sonido revela que sí hay una diferencia significativa cuando se compara el rendimiento alcanzado por los sujetos bajo las condiciones de sonido de música clásica y ruido de taladro eléctrico con el alcanzado bajo la condición de silencio. Esta diferencia se da en la dirección de un mejor rendimiento en comprensión bajo la condición de silencio, que bajo las de música y taladro. A diferencia de esto, el rendimiento de los sujetos experimentales en comprensión lectora, bajo las condiciones de tráfico y canto de pájaros, no difiere significativamente del rendimiento obtenido por los mismos sujetos bajo la condición de silencio (Ver tabla 23).

CONDICIONES DE SONIDO COMPARADAS.	VALOR TEST WILCOXON.
MUSICA-TRAFICO	98,5
MUSICA-PAJAROS	92,0
MUSICA-TALADRO	142,5
MUSICA-SILENCIO	51,5 (*)
TRAFICO-PAJAROS	145,0
TRAFICO-TALADRO	76,0
TRAFICO-SILENCIO	69,5
PAJAROS-TALADRO	40,0
PAJAROS-SILENCIO	54,0
TALADRO-SILENCIO	52,0 (*)

TABLA 23: Valores obtenidos en el test de Wilcoxon para cada par de condiciones de sonido comparadas.

(*) indica una diferencia significativa entre condiciones a un nivel de significación $p = 0,05$.

D.— EFECTO DE LAS CONDICIONES DE SONIDO SOBRE EL RENDIMIENTO DE LOS SUJETOS, MEDIDO COMO NUMERO TOTAL DE ERRORES COMETIDOS.

El número total de errores cometidos por cada uno de los sujetos experimentales en cada uno de los textos leídos, y bajo cada condición de sonido, es una medición del nivel de rendimiento complementaria al número total de respuestas correctas, y resulta de la suma del número de errores por comisión y el número de errores por omisión registrados, tanto en las preguntas de memoria como en las de comprensión.

Evidentemente, y como era de esperar, los resultados del análisis de varianza ponen de manifiesto que hay un efecto principal de las condiciones de sonido, a un nivel de significación $p = 0,05$, sobre el número total de errores cometidos por los sujetos experimentales (Valor en el test de Friedman $F_d = 13,47$). Este efecto refleja que, cuando los sujetos realizan la tarea de comprensión lectora y recuerdo del contenido bajo cualquiera de las condiciones ambientales caracterizadas por la presencia de sonidos agradables y desagradables, cometen un número de errores significativamente mayor que cuando realizan la tarea en condiciones de silencio (Ver tabla 24):

TEXTO LEIDO	CONDICION DE SONIDO					TOTAL
	MUS.	TRAF.	PAJ.	TAL.	SIL.	
A	12	14	8	6	2	52
B	17	17	17	12	4	67
C	10	16	3	11	4	44
D	11	7	15	11	14	58
E	17	11	8	12	8	56
TOTAL	67	65	51	62	32	277

TABLA 24: Número total de errores cometidos bajo cada una de las condiciones sonoras y en cada uno de los textos leídos.

Los cálculos dirigidos a determinar entre qué condiciones de sonido se dan diferencias significativas pone de manifiesto que, las diferencias en el número total de errores cometidos son significativas únicamente cuando se compara el rendimiento de los sujetos bajo las condiciones de música, tráfico, pájaros, y taladro con la condición de silencio (Ver tabla 25). No se observan diferencias significativas en el rendimiento alcanzado por los sujetos al comparar entre sí las condiciones sonoras caracterizadas por la presencia de sonidos agradables y desagradables. Sin embargo, y en total concordancia con lo indicado en relación al rendimiento medido como número total de respuestas correctas, los datos de la tabla 24 muestran una tendencia a que, comparando los cuatro sonidos experimentales entre sí, el número total de errores cometidos sea menor cuando los sujetos trabajan bajo la presencia del sonido de canto de pájaros, que cuando trabajan en presencia de los sonidos de música clásica, tráfico rodado, y taladro eléctrico.

CONDICIONES DE SONIDO COMPARADAS.	VALOR TEST WILCOXON.
MUSICA-TRAFICO	205,0
MUSICA-PAJAROS	82,0
MUSICA-TALADRO	203,5
MUSICA-SILENCIO	81,0 (*)
TRAFICO-PAJAROS	173,5
TRAFICO-TALADRO	214,0
TRAFICO-SILENCIO	109,5 (*)
PAJAROS-TALADRO	136,5
PAJAROS-SILENCIO	49,0 (*)
TALADRO-SILENCIO	90,0 (*)

TABLA 25: Valores obtenidos en el test de Wilcoxon para cada par de condiciones de sonido comparadas.
(*) indica una diferencia significativa entre condiciones a un nivel de significación $p = 0,05$.

E.- EFECTO DE LAS CONDICIONES DE SONIDO SOBRE EL RENDIMIENTO DE LOS SUJETOS, MEDIDO COMO NUMERO TOTAL DE ERRORES POR COMISION.

Tal y como se indicó en el cuarto apartado del presente capítulo, hemos hecho distinción entre los errores por comisión y por omisión. Todas aquellas respuestas a preguntas que los sujetos contestan incorrectamente se han contabilizado como errores por comisión. El número total de errores por comisión resulta de la suma del número de errores por comisión computado para las preguntas de memoria y el número de errores de este tipo en las preguntas de comprensión.

Los resultados del análisis de varianza realizado con los errores por comisión, como medida del rendimiento, muestran que hay un efecto principal significativo, a un nivel de significación $p = 0,05$, de las condiciones de sonido bajo las que los sujetos realizan la tarea (Valor en el test de Friedman $F_d = 10,20$). Este efecto refleja que, tal y como puede verse en la tabla 26, cuando los sujetos experimentales realizan la tarea de comprensión lectora y recuerdo de contenido, bajo condiciones ambientales caracterizadas por la presencia de un sonido, bien sea agradable o desagradable, tienen un mayor número de errores por comisión, que cuando realizan la tarea bajo condiciones de silencio. No obstante, el rendimiento superior de los sujetos cuando trabajan en condiciones de silencio es significativo solamente cuando se compara ésta condición con las de música clásica, tráfico rodado, y taladro eléctrico (Ver tabla 27). Se ha observado que el número de errores por comisión registrado cuando los sujetos realizan la tarea bajo la condición de canto de pájaros no difiere significativamente del registrado en la condición de silencio.

TEXTO LEIDO	CONDICION DE SONIDO					TOTAL
	MUS.	TRAF.	PAJ.	TAL.	SIL.	
A	12	12	6	9	2	41
B	12	12	12	12	4	52
C	9	12	3	10	4	38
D	11	7	14	10	14	56
E	14	11	7	12	8	52
TOTAL	58	54	42	53	32	239

TABLA 26: Número total de errores obtenido bajo cada una de las condiciones sonoras y con cada uno de los textos leídos.

CONDICIONES DE SONIDO COMPARADAS.	VALOR TEST WILCOXON.
MUSICA-TRAFICO	225,0
MUSICA-PAJAROS	90,0
MUSICA-TALADRO	221,5
MUSICA-SILENCIO	86,0 (*)
TRAFICO-PAJAROS	190,5
TRAFICO-TALADRO	178,0
TRAFICO-SILENCIO	129,5 (*)
PAJAROS-TALADRO	128,0
PAJAROS-SILENCIO	74,0
TALADRO-SILENCIO	95,5 (*)

TABLA 27: Valores obtenidos en el test de Wilcoxon para cada par de condiciones de sonido comparadas.

(*) indica una diferencia significativa entre condiciones a un nivel de significación $p = 0,05$.

**E.1.- EFECTO DE LAS CONDICIONES DE SONIDO SOBRE EL
NUMERO DE ERRORES POR COMISION REGISTRADO EN LAS
PREGUNTAS DE RECUERDO DE INFORMACION.**

Los resultados ponen de manifiesto que, cuando se analiza el número de errores por comisión en preguntas que requieren la recuperación de información contenida en un texto, no hay un efecto principal significativo de las condiciones de sonido bajo las que los sujetos experimentales realizan la tarea (Valor en el test de Friedman $F_d = 5,26$). La ausencia, en este caso, de un efecto principal significativo de las condiciones de sonido se pone de manifiesto en los datos presentados en la tabla 28, en la que puede verse que el rendimiento de los sujetos, medido como número de errores por comisión en memoria, no varía significativamente de una condición de sonido a otra, aún cuando hay una tendencia a que el rendimiento de los sujetos sea superior cuando trabajan bajo la condición de silencio, que cuando trabajan en presencia de sonidos agradables y desagradables.

TEXTO LEIDO	CONDICION DE SONIDO					TOTAL
	MUS.	TRAF.	PAJ.	TAL.	SIL.	
A	4	10	3	3	2	22
B	6	5	7	7	4	29
C	4	7	3	5	4	23
D	8	4	9	4	7	32
E	8	9	2	9	4	32
TOTAL	30	35	24	28	21	138

TABLA 28: Número de errores por comisión en las preguntas de memoria obtenido bajo cada una de las condiciones de sonido y con cada uno de los textos leídos.

La tendencia no significativa a un rendimiento superior bajo la condición de silencio también puede observarse en el gráfico 15, donde se presenta el porcentaje de sujetos que cometen 0, 1, y 2 errores por comisión en las preguntas de memoria, bajo cada una de las condiciones sonoras estudiadas. Este gráfico muestra que, del total de sujetos experimentales, el mayor porcentaje de sujetos que no tienen ningún error por comisión, en las preguntas de memoria, se da en la condición de silencio.

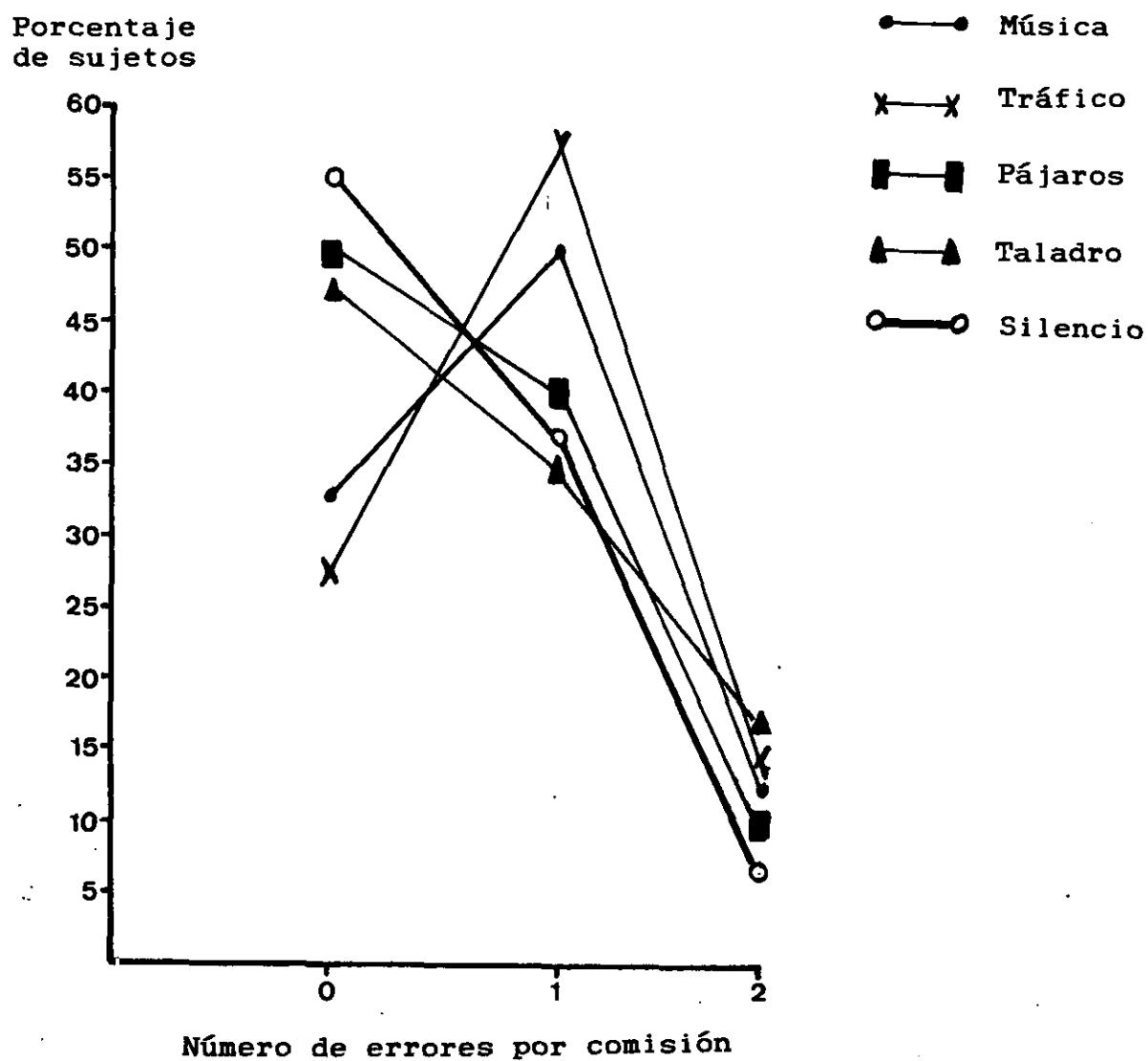


GRAFICO 15: Porcentaje de sujetos que tienen 0, 1, y 2 errores por comisión en las preguntas de memoria, en función de las condiciones sonoras.

E.2.- EFECTO DE LAS CONDICIONES DE SONIDO SOBRE EL NUMERO DE ERRORES POR COMISION REGISTRADO EN LAS PREGUNTAS DE COMPRESION LECTORA.

Analizando el porcentaje de sujetos que cometen 0, 1, 2, y 3 errores por comisión en las preguntas de comprensión se observa que, de entre el total de sujetos experimentales, el 80% de los sujetos no hace ningún error por comisión cuando trabajan bajo condiciones de silencio. En contraposición, sólo el 50% de los sujetos no tienen errores por comisión bajo la condición de música clásica, el 63% de los sujetos no cometen este tipo de errores bajo las condiciones de tráfico y canto de pájaros, y sólo el 45% de los sujetos no tienen errores por comisión en las preguntas de comprensión cuando realizan la tarea en presencia del ruido de taladro eléctrico. La relación entre porcentaje de sujetos que tienen 0, 1, 2, y 3 errores por comisión en las preguntas de comprensión y condiciones de sonido se presenta en el gráfico 16.

El gráfico 16 evidencia que la tendencia a cometer un mayor número de errores por comisión en las preguntas de comprensión lectora es decreciente en todas las condiciones sonoras estudiadas, pero que esta tendencia es más marcada en la condición de silencio.

El análisis de varianza realizado con el número de errores por comisión en las preguntas de comprensión, muestra que no hay un efecto principal significativo, a un nivel de significación $p = 0,05$, de las condiciones de sonido (Valor en el test de Friedman $F_4 = 7,44$). No obstante, el análisis detallado de los datos revela que, tal y como puede verse en la tabla 29, los sujetos experimentales tienen mayor número de errores por comisión en comprensión, cuando realizan la tarea bajo condiciones ambientales en las que están presentes sonidos agradables y desagradables, que cuando trabajan en silencio.

TEXTO LEIDO	CONDICION DE SONIDO					TOTAL
	MUS.	TRAF.	PAJ.	TAL.	SIL.	
A	8	2	3	6	0	19
B	6	7	5	5	0	23
C	5	5	0	5	0	15
D	3	3	5	6	7	24
E	6	2	5	3	4	20
TOTAL	28	19	18	25	11	101

TABLA 29: Número de errores por comisión en comprensión obtenido bajo cada una de las condiciones de sonido y con cada uno de los textos leídos.

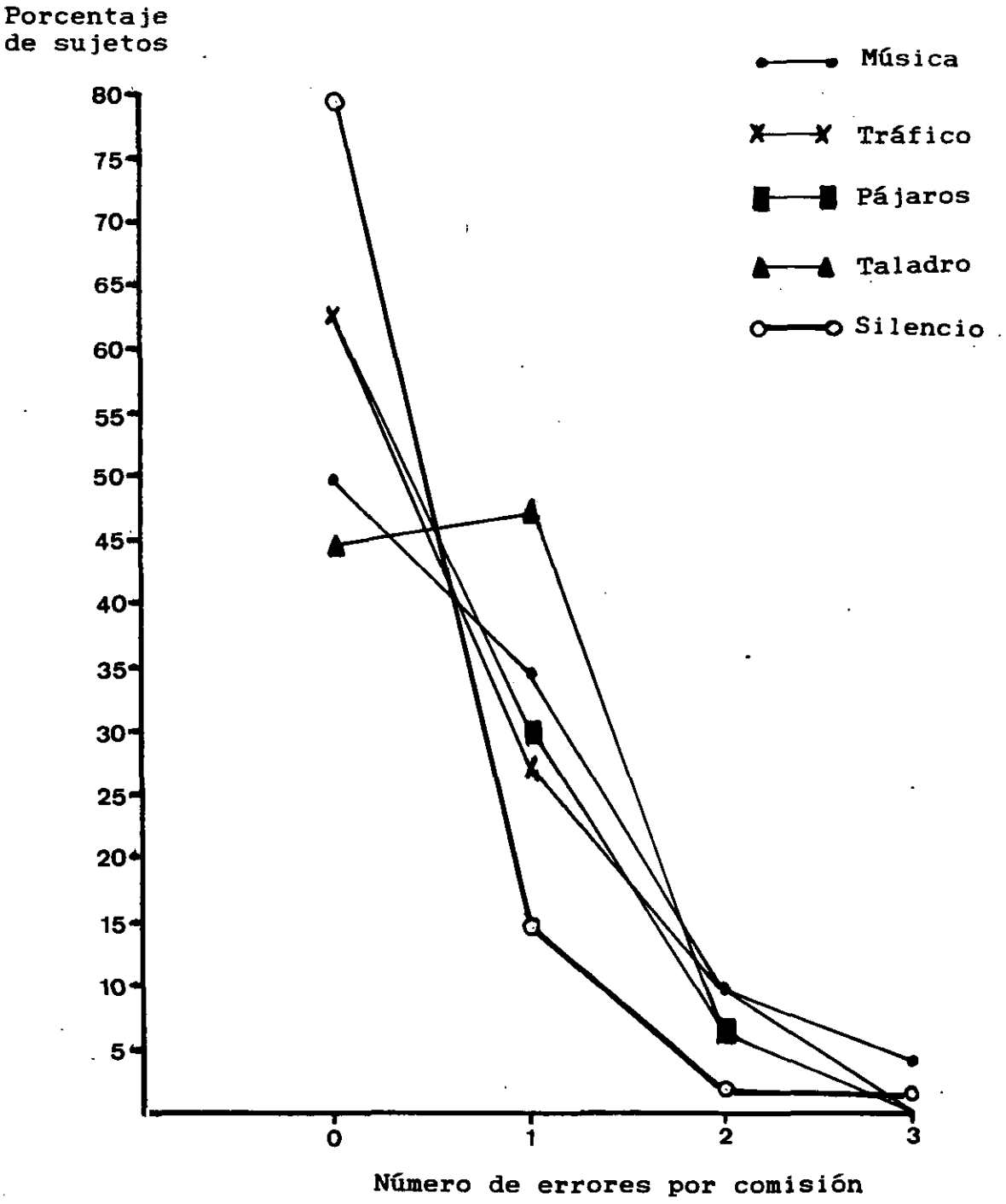


GRAFICO 16: Porcentaje de sujetos que tienen 0, 1, 2, y 3 errores por comisión en comprensión, en función de las condiciones sonoras.

El efecto benéfico de trabajar bajo condiciones de silencio es significativo solamente cuando se compara el rendimiento de los sujetos, bajo ésta condición, con el rendimiento alcanzado bajo las condiciones de presencia del sonido de música y del ruido de taladro eléctrico (Ver tabla 30). En contraposición, cuando se compara el rendimiento obtenido bajo las condiciones de tráfico y pájaros con el alcanzado en silencio, se observa que dicho rendimiento no difiere significativamente.

CONDICIONES DE SONIDO COMPARADAS.	VALOR TEST WILCOXON.
MUSICA-TRAFICO	98,5
MUSICA-PAJAROS	92,0
MUSICA-TALADRO	142,5
MUSICA-SILENCIO	51,5 (*)
TRAFICO-PAJAROS	145,0
TRAFICO-TALADRO	76,0
TRAFICO-SILENCIO	69,5
PAJAROS-TALADRO	40,0
PAJAROS-SILENCIO	54,0
TALADRO-SILENCIO	52,0 (*)

TABLA 30: Valores obtenidos en el test de Wilcoxon para cada par de condiciones de sonido comparadas.

(*) indica una diferencia significativa entre condiciones a un nivel de significación $p = 0,05$.

F.- EFECTO DE LAS CONDICIONES DE SONIDO SOBRE EL RENDIMIENTO DE LOS SUJETOS, MEDIDO COMO NUMERO TOTAL DE ERRORES POR OMISION.

Se contabilizan como errores por omisión todas aquellas preguntas que los sujetos dejan sin contestar. El número total de errores por omisión resulta de la suma del número de errores de este tipo cometidos en las preguntas de memoria y en las de comprensión.

Los datos relativos al número total de errores por omisión revelan que, cuando los sujetos trabajan bajo la condición de silencio, no cometen ningún error por omisión. Esta ausencia de errores por omisión, bajo la condición de silencio, hace que el cálculo del valor en el test de Friedman no nos permita determinar el verdadero efecto que las condiciones sonoras tienen sobre el rendimiento, ya que, en estos casos y debido a que la varianza es cero, el programa utilizado excluye del análisis los datos referentes a la condición de silencio. En estas condiciones, afirmar que no hay un efecto principal significativo de las condiciones sonoras es erróneo puesto que el valor del test de Friedman ha sido calculado solamente con los datos referentes a las condiciones de música clásica, tráfico rodado, canto de pájaros y taladro eléctrico.

De hecho, un análisis detallado de los datos obtenidos pone de manifiesto que, cuando los sujetos realizan la tarea de comprensión lectora y recuerdo de contenido bajo condiciones ambientales caracterizadas por la presencia de sonidos agradables y desagradables, cometen un número mayor de errores por omisión, que cuando realizan la tarea bajo condiciones de silencio (Ver tabla 31).

TEXTO LEIDO	CONDICION DE SONIDO					TOTAL
	MUS.	TRAF.	PAJ.	TAL.	SIL.	
A	0	2	2	7	0	11
B	5	5	5	0	0	15
C	1	4	0	1	0	6
D	0	0	1	1	0	2
E	3	0	1	0	0	4
TOTAL	9	11	9	9	0	38

TABLA 31: Número total de errores por omisión obtenido bajo cada una de las condiciones sonoras y con cada uno de los textos leídos.

Adicionalmente, el cálculo dirigido a averiguar entre qué condiciones de sonido se dan diferencias significativas muestra que, efectivamente, hay diferencias estadísticamente significativas al comparar las condiciones de música, tráfico, pájaros, y taladro con la de silencio (Ver tabla 32). No observándose diferencias significativas al comparar entre sí los cuatro sonidos experimentales. Por lo tanto, consideramos acertado concluir que sí hay un efecto principal de las condiciones sonoras y que este efecto se da en la dirección de un rendimiento superior de los sujetos cuando trabajan bajo condiciones de silencio, que cuando realizan la tarea en presencia de cualquiera de los sonidos y ruidos experimentales.

CONDICIONES DE SONIDO COMPARADAS.	VALOR TEST WILCOXON.
MUSICA-TRAFICO	23,0
MUSICA-PAJAROS	14,0
MUSICA-TALADRO	44,5
MUSICA-SILENCIO	0,0 (*)
TRAFICO-PAJAROS	27,5
TRAFICO-TALADRO	52,5
TRAFICO-SILENCIO	0,0 (*)
PAJAROS-TALADRO	45,0
PAJAROS-SILENCIO	0,0 (*)
TALADRO-SILENCIO	0,0 (*)

TABLA 32: Valores obtenidos en el test de Wilcoxon para cada par de condiciones comparadas.

(*) indica una diferencia significativa entre condiciones a un nivel de significación $p = 0,05$.

Finalmente, podemos decir que nuestros resultados indican que los errores por omisión se cometen exclusivamente en las preguntas que requieren recuperación de información contenida en el texto. En ninguno de los casos, los sujetos han dejado preguntas de comprensión sin contestar.

Puesto que los resultados relativos al número de errores por omisión cometido por los sujetos en las preguntas de memoria son idénticos a los presentados en este apartado, no ha lugar realizar un análisis por separado de los errores por omisión en función del tipo de preguntas.

6.- DISCUSION Y CONCLUSIONES.

Los resultados obtenidos en el presente estudio experimental evidencian la importancia de profundizar en el análisis de los efectos que tiene la presencia de ruidos y sonidos cotidianos, presentados a niveles moderados de intensidad, sobre el rendimiento de los individuos cuando desarrollan tareas que requieren niveles de concentración más o menos elevados.

Sin duda alguna, una de las variables relevantes dentro del área de investigación de los efectos del ruido sobre el rendimiento es la dificultad de la tarea que deban realizar los individuos bajo situaciones ambientales ruidosas; entendiéndose, en este caso, la dificultad como la mayor o menor complejidad de los procesos cognitivos necesarios para culminar con éxito una tarea dada. En este sentido, una tarea que requiera, además de los procesos de percepción, retención y posterior recuperación de información, la interpretación y extracción del significado transmitido en un discurso escrito resulta de mayor complejidad, que una en la que los sujetos simplemente deban retener información verbal simple.

Nuestros resultados muestran de forma clara que la obtención de efectos significativos del ruido sobre el rendimiento depende, fundamentalmente, del tipo de actividad que realicen los individuos bajo la presencia del estímulo sonoro.

Las conclusiones derivadas del presente estudio las exponemos resumidas en 10 puntos fundamentales.

1.- La presencia de un sonido o ruido habitual afecta significativamente al rendimiento de los individuos, en aquellos casos en que la tarea que deben desarrollar implica, tanto la recuperación, como la comprensión de la información explicitada en un texto. Pero, no hay evidencia de que tenga efectos significativos cuando la tarea requiere, simplemente, la recuperación de información verbal simple del tipo de palabras. Esta conclusión se obtiene del análisis comparativo de los resultados obtenidos en el presente estudio experimental con los derivados del estudio descrito en el capítulo IV.

Estos resultados coinciden plenamente con las conclusiones a las que llegan autores como Rabbit (1966, 1968), Holloway (1970), Schwartz (1975), Jones y Broadbent (1979), Smith (1985 b), y Gósy (1988), y nos permiten verificar la primera hipótesis planteada, de acuerdo con la cual, la presencia de ruido afecta al rendimiento de los sujetos en tareas que implican el manejo de información verbal compleja en mayor medida que cuando la tarea implica información verbal simple.

2.- En segundo lugar concluimos que, tal y como planteamos en la segunda hipótesis del presente estudio, el hecho de trabajar en situaciones ambientales caracterizadas por la presencia de sonidos y ruidos habituales afecta negativamente al rendimiento alcanzado por los sujetos, en tareas de comprensión lectora y recuerdo de contenido.

El efecto perjudicial de trabajar en tareas de comprensión y retención del contenido bajo condiciones ambientales donde se presenta un sonido o ruido cotidiano tiene su razón de ser en el hecho indiscutible de que la presencia del sonido actúa como un estímulo externo que "rompe" la automaticidad general del proceso de comprensión. En este sentido, e independientemente de que el sonido presente en el lugar de trabajo le resulte a los sujetos más o menos deseable, o más o menos desagradable, podemos suponer que, de acuerdo con el modelo de tratamiento de textos planteado por Kintsch y Van Dijk (1978), la presencia de un sonido o de un ruido habitual hace que la lectura de textos que, en principio, resultan fáciles y familiares para la mayoría de los sujetos, se torne considerablemente más difícil. En estas situaciones, la representación correcta del texto requiere, por parte de los individuos, de un mayor número de búsquedas en la memoria a largo plazo, y de la elaboración de un mayor número de inferencias que pueden llevar a cometer errores, bien porque las inferencias realizadas son plausibles pero incorrectas, o bien porque son inconsistentes con el texto original. No obstante, los sujetos rinden diferencialmente en función de los siguientes aspectos:

- a) Los procesos cognitivos requeridos para el desarrollo de la tarea.
- b) Las características específicas del sonido bajo el que los sujetos deben realizar la tarea.
- c) La manera en que se mide el rendimiento alcanzado por los sujetos.

3.- Analizando los resultados obtenidos cuando se mide el rendimiento de los sujetos como número total de respuestas correctas y número total de errores cometidos, concluimos que ambas formas de medición del rendimiento son, en nuestro caso, complementarias.

Las observaciones hechas con estas dos formas de medir el rendimiento indican que, el rendimiento alcanzado por los individuos en una tarea de comprensión lectora y recuerdo del contenido es significativamente superior cuando realizan la tarea en ambientes silenciosos, que cuando trabajan bajo la presencia de sonidos y ruidos cotidianos, presentados a niveles moderados de intensidad y que no difieren significativamente, ni en su nivel de sonoridad, ni en el nivel sonoro equivalente registrado en el lugar de trabajo. En este sentido, los resultados evidencian que, el rendimiento obtenido por los sujetos en las condiciones de música, tráfico, pájaros y taladro es significativamente inferior al rendimiento alcanzado por los mismos sujetos cuando trabajan en la condición de silencio.

4.- La ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre el rendimiento de los sujetos, medido como número total de respuestas correctas y número total de errores cometidos, alcanzado cuando trabajan bajo las condiciones de música, tráfico, pájaros y taladro eléctrico no nos permite verificar la tercera hipótesis de trabajo planteada. Esto significa que el rendimiento de los sujetos, en tareas de las del tipo de las aquí utilizada, es similar, independientemente de que la condición de sonido bajo la que se trabaje sea evaluada previamente por los sujetos como más o menos agradable, y que las únicas diferencias significativas se dan al comparar las situaciones ambientales donde hay un sonido con aquellas otras silenciosas.

5.- Comparando los sonidos de música clásica, canto de pájaros, tráfico rodado y taladro eléctrico entre sí, los datos revelan una tendencia, no significativa, a que los sujetos rindan mejor cuando trabajan bajo la condición de sonido de canto de pájaros, que cuando trabajan bajo la presencia de los otros tres sonidos. Esta tendencia evidencia que, la condición ambiental más beneficiosa para el rendimiento de los sujetos, después de la de silencio, es la de sonido de canto de pájaros.

Este resultado, de alguna manera, es congruente con las observaciones realizadas por Santisteban (1987, 1988, 1989), de acuerdo con las cuales, los individuos evalúan subjetivamente los ambientes caracterizados por la presencia de un sonido de canto de pájaros como agradables. Sin embargo, cuando los sujetos están expuestos a los sonidos aquí utilizados, afirman preferir el sonido de la música al de canto de pájaros. Pero, tal y como se apuntaba en la discusión del estudio experimental presentado en el capítulo anterior, el orden de preferencia indicado por los sujetos varía dependiendo de la tarea que los individuos deban realizar bajo cada condición sonora. En este sentido, la elección de la música en primer lugar de preferencia se daba solamente cuando la supuesta tarea a realizar no implica procesos de atención, retención, organización y procesamiento de información. De hecho, el análisis del rendimiento alcanzado por los individuos en una tarea que conlleva la

puesta en práctica de los citados procesos muestra que, trabajar bajo la condición de música clásica es tan perjudicial como trabajar bajo la presencia de los sonidos evaluados subjetivamente por los individuos como desagradables.

6.- Analizando los resultados obtenidos cuando se evalúa el rendimiento de los sujetos en las preguntas que requieren retención y recuperación de información contenida en los textos podemos concluir que, la capacidad de los sujetos para recuperar información específica del texto se ve seriamente entorpecida cuando la tarea se realiza bajo la presencia de sonidos y ruidos cotidianos, aún cuando dichos sonidos y ruidos sean presentados a niveles moderados de intensidad. En este caso, el menor rendimiento de los sujetos bajo los ambientes sonoros agradables y desagradables se refleja en una disminución significativa del número total de respuestas correctas obtenido bajo las condiciones de música, tráfico, pájaros, y taladro eléctrico.

Cuando se mide el rendimiento de los sujetos en las preguntas de memoria como número de respuestas correctas, los resultados muestran que también hay una diferencia estadísticamente significativa entre las condiciones de ruido de tráfico rodado y sonido de canto de pájaros. Esta diferencia indica que el nivel de recuerdo alcanzado por los sujetos bajo la condición de canto de pájaros es significativamente superior al alcanzado bajo la de ruido del tráfico rodado.

Llegado este punto es indispensable recordar que, tanto el sonido de canto de pájaros, como el ruido del tráfico rodado tenían igual nivel de sonoridad, y se presentaban en la sala de experimentación con igual nivel de presión sonora equivalente, por lo que, en este caso particular, podemos afirmar que la diferencia en el rendimiento obtenido por los sujetos en ambas condiciones de sonido es atribuible a su diferencia en cuanto a la evaluación subjetiva que los individuos hacen de dichas condiciones sonoras. De acuerdo con los resultados obtenidos por Santisteban (1987, 1988, 1989), los sujetos evalúan los ambientes caracterizados por la presencia del ruido de tráfico como desagradables, mientras que evalúan los ambientes donde se presenta el sonido de canto de pájaros como agradables. Sin embargo, estas observaciones acerca de la relación rendimiento-agradabilidad del sonido, no pueden ser generalizadas en el sentido indicado en la tercera y cuarta hipótesis del presente trabajo, puesto que el rendimiento de los sujetos en las preguntas de memoria no difiere significativamente, al comparar entre sí el resto de las condiciones de sonido estudiadas.

7.- Los resultados obtenidos cuando se utiliza como medida del rendimiento, en retención y recuperación de información, el número de errores por comisión indican que, si bien hay una tendencia a que los sujetos tengan un menor número de errores por comisión cuando realizan la tarea en condiciones de silencio, ésta tendencia no alcanza el nivel de significación estadística para considerarla como tal. La ausencia de un efecto principal significativo de las condiciones sonoras refleja que, cuando se le pide a los individuos que recuperen información específica contenida en un texto dado, el número de preguntas que contestan incorrectamente es similar, independientemente de que los sujetos trabajen bajo condiciones ambientales caracterizadas por la presencia de ruidos y sonidos, o de que trabajen en silencio.

8.- En relación con el rendimiento medido como número de errores por omisión, los datos muestran que los sujetos cometen este tipo de errores sólo cuando se les pide que recuperen información contenida en el texto. Observándose que ninguno de los sujetos experimentales deja preguntas de comprensión sin contestar.

Los resultados obtenidos en relación al número de errores por omisión en las preguntas de memoria indican que, cuando los sujetos trabajan bajo condiciones de silencio cometen un número significativamente menor de errores por omisión, que cuando trabajan en condiciones caracterizadas por la presencia de ruido, independientemente de que el sonido presente en la sala de experimentación sea evaluado por los sujetos como agradable o desagradable. Estos resultados nos permiten concluir que, el efecto perjudicial que tiene el trabajar bajo condiciones ambientales donde están presentes sonido y ruidos habituales sobre el rendimiento de los individuos en tareas de recuperación de información, se deben a que, en estas condiciones, los individuos cometen un número significativamente mayor de errores por omisión. Este efecto dañino de los ruidos y sonidos habituales evidencia que, cuando las personas deben recuperar información inmersa en un contexto verbal amplio, el hecho de trabajar en ambientes ruidosos hace que los individuos sean incapaces de recuperar la información previamente leída.

9.- El rendimiento de los sujetos en tareas de comprensión es superior cuando trabajan en silencio, que cuando realizan la tarea en presencia de sonidos y ruidos habituales, presentados a niveles moderados de intensidad. Esta conclusión se deriva del análisis de los resultados obtenidos cuando se evalúa el rendimiento de los sujetos en las preguntas que requieren comprensión de lo leído, medido como número de respuestas correctas y número de errores cometidos. Sin embargo, el efecto perjudicial de trabajar en ambientes ruidosos es significativo solamente cuando se comparan las condiciones de música clásica y taladro eléctrico con la de silencio. En contraposición, el

rendimiento alcanzado por los sujetos en comprensión lectora bajo las condiciones de tráfico rodado y canto de pájaros no difiere significativamente del obtenido en la condición de silencio.

10.- El efecto perjudicial que tiene trabajar bajo condiciones ambientales caracterizadas por la presencia del ruido de taladro eléctrico y del sonido de música clásica, sobre el rendimiento en comprensión lectora, se manifiesta en el hecho de que, bajo estas condiciones ambientales, los individuos registran un número significativamente mayor de errores por comisión. Cuando se les pide a los individuos que comprendan un texto dado, la presencia de determinados sonidos agradables o desagradables interfiere en los procesos subyacentes a la comprensión lectora, observándose que los sujetos emiten un mayor número de respuestas incorrectas. Estas respuestas incorrectas son, de acuerdo con Kintsch y Van Dijk (1978), el resultado de una representación errónea del texto leído.

CONCLUSION GENERAL:

La afirmación genérica que hemos hecho en cuanto a que, en presencia de ruidos y sonidos se observen o no efectos significativos sobre el rendimiento de las personas, dependiendo del tipo de tarea específica que los individuos deban realizar, se debe matizar en el siguiente sentido: cuando la tarea requiere la retención y posterior recuperación de información verbal simple, la presencia de sonidos y ruidos cotidianos, presentados a niveles moderados de intensidad, no afecta al rendimiento de los individuos en dichas tareas (Ver capítulo IV). Sin embargo, cuando la complejidad de la tarea aumenta requiriendo, por parte de los sujetos, la puesta en práctica de los procesos subyacentes a la comprensión y al recuerdo de material verbal complejo, la presencia de sonidos y ruidos habituales afecta negativamente al rendimiento de los individuos, aún cuando, el nivel de intensidad registrado en la sala de trabajo sea moderado y el tiempo de exposición al ruido sea corto.

El efecto perjudicial de los sonidos y ruidos cotidianos sobre el rendimiento en tareas de comprensión lectora y recuerdo del contenido, es independiente de que la condición de sonido específica sea evaluada subjetivamente por los individuos como agradable y no perturbadora, o como desagradable y perturbadora. En este sentido, nuestros resultados muestran que, aún cuando los individuos afirman sentirse diferencialmente afectados por los sonidos evaluados como agradables y desagradables, la presencia de un ruido o de un sonido habitual hace que la lectura de textos que, en principio y bajo condiciones de silencio, resultan fáciles y de contenido familiar, se dificulte seriamente. Esta mayor dificultad en la lectura obliga a los sujetos, de acuerdo con Kintsch y Van Dijk (1978), a invertir más tiempo en búsquedas en la memoria a largo plazo y a hacer un mayor número de

inferencias para realizar una representación más o menos adecuada del texto leído, disminuyendo la probabilidad de emitir respuestas correctas a las preguntas realizadas sobre dicho texto.

El efecto dañino de trabajar en condiciones ambientales ruidosas puede explicarse desde la perspectiva teórica, de acuerdo con la cual, la presencia de ruido durante la realización de una tarea de comprensión lectora y recuerdo del contenido hace que los individuos utilicen niveles de procesamiento de la información más superficiales. Esto redundaría en una mayor dificultad en el uso de reglas previamente aprendidas y del conocimiento pasado, disminuyendo así la persistencia de las huellas en la memoria y, por ende, la capacidad de los individuos para manejar eficientemente el material verbal leído y para recordarlo (Ver capítulo II, apartado 3).

Por otra parte, el efecto perjudicial del ruido también puede explicarse tomando como base la teoría de la selección de estrategias propuesta por Broadbent (1981, 1983, 1984), Smith y Broadbent (1982), Smith (1982), Smith (1983 c). De acuerdo con esta teoría (Ver capítulo II, apartado 4), la presencia de ruido, durante la realización de una tarea dada, puede afectar al rendimiento de los sujetos de dos maneras distintas, a saber:

- a) Incidiendo sobre los mecanismos de selección de la estrategia de realización de la tarea, dirigiendo a los sujetos a la adopción de ciertas estrategias como preferentes a otras, y reforzando el uso de la estrategia dominante, independientemente de que sea o no adecuada.
- b) Dificultando la capacidad de los individuos para cambiar de una estrategia de realización de la tarea seleccionada a otra.

Independientemente de que los efectos perjudiciales del ruido se deban a su incidencia sobre los mecanismos de selección de la estrategia de realización, o a que dificulta la capacidad para cambiar de una estrategia a otra, nuestros resultados indican que, de hecho, cuando los sujetos realizan la tarea de comprensión lectora y recuerdo de contenido bajo la presencia de sonidos y ruidos habituales usan una estrategia de lectura inadecuada, lo que, aunado a las dificultades generadas por la interferencia creada por el ruido como estímulo externo, provoca una disminución significativa del rendimiento.

En relación con el rendimiento de los individuos en cuanto a recuerdo de información contenida en un texto concluimos que, el efecto perjudicial de la presencia de sonidos o ruidos cotidianos se debe a que, bajo estas condiciones, los sujetos son incapaces de recuperar la información presentada en el texto. De hecho, los resultados muestran que el efecto de las condiciones sonoras es significativo únicamente cuando el rendimiento de los sujetos se mide como número de errores por omisión.

Adicionalmente, cuando la tarea de los sujetos es la de recuerdo de información, además de las diferencias observadas entre condiciones de sonido y silencio, también hay una diferencia significativa entre la condición donde se presentaba el sonido de canto de pájaros y aquella donde se presentaba el ruido del tráfico rodado. En este caso, la diferencia en el rendimiento, medido como número de respuestas correctas, se puede atribuir a la evaluación subjetiva que los individuos hacen de dichas condiciones sonoras.

Para finalizar, y en relación al rendimiento de los sujetos en comprensión de textos, el trabajar bajo condiciones silenciosas tiene efectos benéficos sobre el nivel de rendimiento alcanzado por los individuos. En contraposición, cuando la tarea se realiza en presencia del sonido de música clásica y del ruido de taladro eléctrico, éstas condiciones de sonido tienen un efecto perjudicial. Concluimos así que, el efecto perjudicial de trabajar bajo determinadas condiciones consideradas como ruidosas se debe a que, los sujetos tienen mayores dificultades para seleccionar adecuadamente de entre una serie de alternativas aquella que recoge con exactitud lo expresado en el texto. De hecho, los resultados indican que, con este tipo de tarea, los errores cometidos por los individuos son, en todos los casos, errores por comisión.

CONCLUSIONES .

CONCLUSIONES GENERALES.

Dar una respuesta única y que goce de aceptación unánime a la pregunta central de si el trabajar bajo condiciones ambientales ruidosas influye significativamente y de forma negativa sobre el rendimiento alcanzado por los individuos cuando realizan determinadas actividades, resulta una labor prácticamente imposible. La presente memoria pone de manifiesto la amplitud y complejidad de los factores, intrínsecos a la metodología experimental, que intervienen en el proceso de evaluación de los verdaderos efectos que el ruido tiene sobre el rendimiento. En este sentido, nuestras conclusiones hacen referencia, por una parte, a aquellas variables experimentales diferenciadores más relevantes que hacen que distintos investigadores obtengan resultados diferentes cuando estudian el mismo problema, y que explican la variabilidad en los resultados obtenidos, y por otra, a las principales conclusiones a las que llegamos en relación a los efectos del ruido sobre el rendimiento de los individuos en distintas tareas.

1.- VARIABLES EXPERIMENTALES QUE EXPLICAN LA DIVERSIDAD DE RESULTADOS, EN RELACION CON LOS EFECTOS DEL RUIDO SOBRE EL RENDIMIENTO.

El amplio conjunto de factores relacionados con la obtención o no de efectos significativos del ruido sobre el rendimiento pueden, desde nuestro punto de vista, ser agrupados en los siguientes cuatro grandes grupos:

- 1.- Condiciones de sonido empleadas.
- 2.- Características particulares de la actividad a realizar por los sujetos.
- 3.- Indicadores utilizados para medir el nivel de rendimiento de los sujetos experimentales.
- 4.- Características intrínsecas de los sujetos experimentales.

1.1.- CONDICIONES DE SONIDO EMPLEADAS.

En este grupo de factores consideramos relevantes aquellos relativos a: a) el nivel de intensidad del sonido presentado en la condición definida como ruido, b) el tipo de ruido o sonido utilizado, c) la forma de presentación del ruido o sonido, d) el orden de presentación de las condiciones sonoras, y e) el tiempo de duración de la exposición al ruido o sonido.

1.1.1.- Nivel de intensidad del ruido utilizado.

En general, podemos afirmar que el ruido presentado a niveles de intensidad superiores a los 90 dB afecta significativamente y de forma negativa al rendimiento de los sujetos.

Cuando el ruido es presentado a niveles de intensidad considerados como moderados (60-80 dB), las investigaciones analizadas en el presente trabajo no permiten establecer una relación directa clara entre nivel de intensidad del ruido y nivel de rendimiento de los sujetos, aún cuando se evidencia que la presencia de ruido durante la realización de una tarea dada puede afectar al rendimiento, a pesar de que el nivel de intensidad del mismo sea inferior a los 90 dB. Este posible efecto del ruido, a niveles moderados de intensidad, no significa que, en todos los casos, los efectos observados sean perjudiciales. El que se observen o no efectos dañinos del ruido depende de muchos otros factores no relacionados directamente con las características intrínsecas del ruido, entre los que consideramos esencial las características específicas de la tarea que los sujetos realizan bajo condiciones ruidosas. En este sentido, nuestros estudios experimentales evidencian que, en la medida en que los procesos cognitivos involucrados en el desarrollo de la tarea son más complejos y el nivel de concentración de los sujetos requerido aumenta, los efectos de trabajar en presencia de ruidos y sonidos cotidianos son más perjudiciales.

1.1.2.- Tipo de ruido o sonido utilizado.

En la gran mayoría de las investigaciones reseñadas en la literatura, los investigadores han empleado ruidos generados electrónicamente, que bien han sido ruidos blancos continuos, o bien ruidos intermitentes, pero poco se ha hecho en cuanto al estudio de los efectos que los ruidos y sonidos habituales tienen sobre el rendimiento, aún cuando, se ha observado que el ruido continuo, el ruido intermitente, y los ruidos cotidianos tienen efectos diferenciales sobre el rendimiento.

Comparando los efectos del ruido continuo con los del ruido intermitente, los resultados experimentales ponen de manifiesto que el rendimiento de los sujetos, en pruebas de memoria y de atención, es superior cuando la tarea se realiza

en presencia de ruido intermitente, que cuando se lleva a cabo bajo condiciones de ruido continuo. No obstante, el efecto benéfico del ruido intermitente depende del transcurso del tiempo, siendo su principal beneficio el que reduce la monotonía originada por una exposición de larga duración al estímulo sonoro y a la tarea.

Por otra parte, nuestros resultados evidencian que los efectos de la presencia de ruidos y sonidos habituales no son, en todos los casos, similares a los efectos del ruido generado electrónicamente. Cuando la tarea a realizar implica la retención, recuperación y organización de información verbal simple, la presencia de ruidos y sonidos cotidianos no influye de forma significativa en el nivel con el que los sujetos recuerdan el material agrupado en función de la categoría verbal a la que pertenece. En contraposición, cuando el ruido utilizado es generado electrónicamente, sí se observa un efecto perjudicial sobre el nivel con el que los sujetos recuerdan información verbal simple agrupada en función de la categoría a la que pertenece. Evidentemente, el efecto diferencial de los ruidos habituales y de los generados electrónicamente depende del tipo de actividad que los individuos realicen. Cuando la tarea conlleva procesos de retención, recuperación y comprensión de material verbal inmerso en un contexto amplio, los efectos de los ruidos habituales son similares a los causados por el ruido generado electrónicamente.

Por último, y comparando los efectos del ruido intermitente, del ruido continuo y del ruido cotidiano sobre el rendimiento en tareas de procesamiento semántico y razonamiento sintáctico, podemos concluir que el ruido continuo no afecta significativamente al rendimiento en ninguno de los dos tipos de tareas, el ruido intermitente afecta de forma negativa al rendimiento en tareas de procesamiento semántico, y los ruidos habituales afectan negativamente al rendimiento, tanto en tareas de procesamiento semántico, como en tareas de razonamiento sintáctico.

1.1.3.- Forma de presentación del ruido.

Gran parte de la evidencia experimental indica que, los efectos de la presencia de ruido continuo en campo libre difieren de los producidos cuando el ruido se presenta a través de audífonos. Las diferencias entre ambas formas de presentación implican la similaridad de la información recibida por ambos oídos, la intensidad con que el ruido es percibido por los sujetos, y los cambios temporales en los umbrales de audición. No obstante, no hay un acuerdo unánime en relación con los efectos diferenciales que ambas formas de presentación tienen sobre el rendimiento, ya que mientras que algunos autores han observado que el ruido continuo en campo libre afecta al rendimiento en tareas que no se ven afectadas por el ruido continuo presentado a través de audífonos, otros autores no han hallado diferencias significativas en los efectos que sobre el rendimiento tienen

ambas formas de presentación de la estimulación sonora.

1.1.4.- Orden de presentación de las condiciones de sonido.

El orden de presentación de las condiciones de sonido, así como la distribución de los tiempos inter e intra tipo de sonido, y condiciones de exposición son factores a tener en cuenta en la interpretación de los resultados, ya que se han observado diferencias en experimentos en los que el orden de presentación ha sido el de ruido-silencio, frente aquellos en los que se procedía de manera inversa, recibiendo los sujetos los estímulos en el orden silencio-ruido. Asimismo, las diferencias han sido significativas, y no siempre en el mismo sentido, cuando se cambiaban las condiciones en cuanto al orden de la serie de sonidos a presentar, los tiempos entre sonidos, y la amplitud de los intervalos temporales entre sesiones experimentales.

1.1.5.- Tiempo de duración de la exposición al ruido.

En general, podemos afirmar que, los efectos perjudiciales del ruido sobre el rendimiento se incrementan en la medida en que el tiempo de exposición a la condición experimental definida como ruido aumenta.

Así, por ejemplo, en tareas tales como el test de Stroop, la exposición de corta duración al ruido tiene efectos positivos sobre el rendimiento, pero exposiciones de más larga duración tienen efectos dañinos que se manifiestan en un aumento de la interferencia creada por respuestas que compiten entre sí.

Por otra parte, en aquellas tareas, como las que requieren recuperación de información en la posición correcta, en las que se observan efectos beneficiosos de trabajar en presencia de ruido, el efecto benéfico del ruido se da sólo en los primeros momentos del desarrollo de la tarea; observándose que en los últimos períodos de la sesión experimental, la presencia de ruido afecta negativamente al rendimiento de los sujetos.

Finalmente, nuestros estudios experimentales muestran que, cuando los sujetos realizan tareas del tipo recuerdo de listas de palabras categorizadas, la exposición de corta duración a ruidos y sonidos habituales no influye significativamente al rendimiento medio global de los sujetos, ni a la forma en que los sujetos recuerdan el material verbal agrupado en función de la categoría a la que pertenece.

1.2.- CARACTERISTICAS PARTICULARES DE LA ACTIVIDAD A REALIZAR POR LOS SUJETOS.

En repetidas ocasiones a lo largo de este trabajo se ha hecho incapie en que uno de los factores más importantes que da cuenta de la obtención de resultados diferentes, en relación a los efectos del ruido sobre el rendimiento, es el tipo de actividad específica que los sujetos deban desarrollar bajo condiciones ambientales ruidosas. En este sentido, los investigadores coinciden en considerar que son las peculiaridades de la tarea el factor principal que hace que las distintas investigaciones y sus resultados no sean comparables debido a que, en última instancia, son las características de la tarea las que determinan la estrategia de resolución que emplea el sujeto.

Así pues, consideramos la incidencia de las características específicas de la tarea en relación con: a) las tareas que implican retención y recuperación de información verbal, y b) las tareas que implican, fundamentalmente, procesos atencionales.

1.2.1.- Tareas que implican retención y recuperación de información verbal.

Cuando se evalúan los efectos del ruido sobre el rendimiento en tareas que conllevan retención y posterior recuperación de información verbal, los aspectos primordiales a considerar son los siguientes:

- A) Que la información verbal que los sujetos deben recordar esté o no relacionada semánticamente, es decir, que el material estímulo presentado pueda o no ser agrupado en función de su pertenencia a determinadas categorías verbales. Cuando la tarea a realizar por los sujetos experimentales es de recuerdo de listas de palabras categorizadas y reconocimiento de ejemplos de categorías, los factores intrínsecos a la tarea que determinan la obtención de unos u otros resultados, en cuanto a los efectos del ruido son:

A.1) Que el agrupamiento del material verbal presentado resulte o no obvio para los sujetos experimentales. En este sentido, hemos observado que, cuando el agrupamiento del material verbal no resulta obvio para los sujetos, el nivel con el que recuerdan las palabras estímulo agrupadas en función de la categoría a la que pertenecen no es significativamente distinto del esperado por simple azar, independientemente de que la tarea se realice en condiciones ambientales ruidosas o en silencio.

A.2) Que las categorías incluidas en la lista de palabras a ser recordada sean o no exhaustivas. Distintos autores han observado que cuando la lista de palabras incluye categorías exhaustivas, el nivel de agrupamiento alcanzado por los sujetos con este tipo de categorías es perfecto.

A.3) El tamaño de las categorías. Cuando los sujetos realizan tareas en las que deben juzgar si una palabra estímulo pertenece o no a una categoría verbal concreta, el tiempo de reacción para las respuestas afirmativas y negativas aumenta en la medida en que el tamaño de la categoría es mayor.

A.4) El grado en que cada palabra estímulo es un buen ejemplo de la categoría. En general, el nivel de rendimiento de los sujetos es superior cuando trabajan con ejemplos dominantes de las categorías. En este sentido, la presencia de ruido afecta negativamente al recuerdo de ejemplos no-dominantes de la categoría, pero, no influye en el número de ejemplos dominantes correctamente recordados.

B) Que las palabras a ser recordadas tengan o no connotaciones emocionales para los sujetos. En general, podemos afirmar que, cuando la tarea implica recuerdo a corto plazo de palabras, las palabras que tienen connotaciones emocionales para los sujetos son mejor recordadas que aquellas que les resultan neutrales. De igual manera, y cuando se le pide a los sujetos que clasifiquen las palabras en función de sus características físicas o en función de si les resultan placenteras, displacenteras o neutras, el número de palabras correctamente recordadas es significativamente superior cuando la clasificación que se ha hecho de ellas es una clasificación semántica, que cuando los sujetos clasifican las palabras en función de sus características físicas.

C) Que la tarea a realizar bajo condiciones ambientales ruidosas implique recuerdo libre del material verbal, recuerdo en orden, o recuerdo de la posición en la serie. Cuando la tarea requiere recuerdo en orden del material verbal y recuerdo de la posición en la serie, el trabajar bajo condiciones de ruido, a niveles moderados de intensidad, afecta significativamente y de forma positiva al nivel de rendimiento obtenido por los sujetos. En contraposición, cuando la tarea implica recuerdo libre, la presencia de ruido no influye significativamente sobre el rendimiento de los individuos.

- D) El número de ítems que los sujetos deban recordar. La observación general de que el ruido conlleva un deterioro del recuerdo de los ítems tempranos y una mejora del recuerdo de los últimos ítems, depende del número de ítems que se pida al sujeto que recuerde. En general, cuando el número de ítems a ser recordados es bajo, el trabajar en presencia de ruido blanco, a niveles moderados de intensidad, afecta de forma positiva al recuerdo de todos los ítems excepto el del último. Pero, cuando los sujetos deben recordar muchos ítems, el ruido mejora el recuerdo de los últimos ítems y deteriora el recuerdo de los primeros.
- E) Similitud acústica entre los ítems y duración temporal de las palabras. La presencia de ruido, durante la realización de tareas que conllevan recuerdo en orden de información verbal, afecta de forma negativa al rendimiento de los sujetos, medido como número de errores cometidos, cuando se trabaja con listas en las que los ítems son fonológicamente diferentes, pero, no tiene efectos o tiene efectos benéficos cuando los sujetos trabajan con listas de ítems fonológicamente similares. En relación con la duración temporal de las palabras, es decir, el tiempo que el sujeto tarda en leer cada una de las palabras, se observa que bajo condiciones ambientales ruidosas, el rendimiento de los sujetos es peor cuando las palabras son de duración temporal larga, que cuando son de duración temporal corta.
- F) Que la tarea conlleve retención y recuperación de información inmersa en un contexto verbal amplio. Nuestros resultados experimentales indican que, el que se observen o no efectos significativos de los ruidos y sonidos habituales sobre el rendimiento, en tareas que implican retención y recuperación de información verbal, depende de si la información verbal es simple del tipo de palabras, o si, por el contrario, la información verbal a recuperar está inmersa en un contexto más amplio como es un texto escrito. En este sentido, podemos concluir que la presencia de ruidos y sonidos habituales, a niveles moderados de intensidad, no afecta significativamente al rendimiento de los sujetos, cuando deben recordar palabras aleatorias, pero sí afecta significativamente y de forma negativa, cuando la información verbal a recuperar constituye una parte de un todo verbal complejo.

1.2.2.- Tareas que, fundamentalmente, implican procesos atencionales.

Los estudios reseñados en la literatura sobre los efectos que el ruido tiene en el rendimiento en tareas que conllevan procesos atencionales, se han centrado en el análisis del rendimiento en tareas del tipo: a) figuras enmascaradas, b) recuerdo de formas globales y detalles, c) vigilancia, d) reacción serial, y e) test de Stroop. En relación con estas tareas, podemos concluir que sus características intrínsecas más relevantes son las siguientes:

- A) **Recuerdo de formas globales y detalles.**
 Las características más importantes de esta tarea y que inciden en que los efectos observados del ruido sean diferentes son: el tamaño del estímulo compuesto a ser recordado por los sujetos, y el orden en que deben recordar las letras pequeñas y las grandes.
 En cuanto al tamaño del estímulo compuesto, se observa que, cuando el tamaño del estímulo es grande, la presencia del ruido afecta al rendimiento de los sujetos haciendo que el recuerdo de las letras pequeñas sea superior al recuerdo de las grandes. En contraposición, cuando el tamaño del estímulo es pequeño, la presencia de ruido continúa afectando de forma negativa al recuerdo de las letras grandes, pero, en este caso, el recuerdo de las letras pequeñas no difiere significativamente del alcanzado en condiciones de silencio. Este efecto del ruido sobre el recuerdo de los detalles a expensas de los rasgos globales se ve influenciado por el orden en que los sujetos deban recordar las letras grandes y pequeñas, en el sentido de que, el efecto benéfico del ruido sobre el recuerdo de las letras pequeñas es mayor cuando son éstas las letras que el sujeto debe recordar en primer lugar.
- B) **Tareas de vigilancia.**
 Las peculiaridades más importantes de esta tarea son: las características particulares de la secuencia de dígitos estímulo que constituyen la señal a ser detectada por los sujetos, y el nivel de dificultad para codificar una señal dada. En este sentido, en investigaciones en las que la señal a ser detectada es definida como una secuencia de números impares sucesivos distintos, se ha observado que los efectos del ruido sobre el rendimiento, medido como número de errores por comisión, varían en función de las características propias de la secuencia que constituye la señal a ser detectada y que, en este tipo de tareas, los errores por comisión se dan cuando, en la lista de dígitos presentada al sujeto, aparecen dígitos repetidos que podrían constituir la señal si el sujeto no se percata de que están repetidos. De

igual forma, cuando la dificultad para codificar una señal dada aumenta, los resultados obtenidos en relación a los efectos del ruido sobre el número de detecciones correctas, el número de errores por comisión, y el número de errores por omisión, varían.

- C) **Tareas de reacción serial.**
 Cuando los sujetos realizan este tipo de tareas en ambientes ruidosos, la característica fundamental es la probabilidad de ocurrencia de la señal. Así, se observa que la presencia de ruido, a niveles de intensidad altos y durante un período de tiempo prolongado, afecta significativamente al rendimiento de los sujetos, en el sentido de que, bajo estas condiciones, los sujetos responden más rápidamente a aquellas señales que tienen mayor probabilidad de ocurrencia, pero responden más lentamente a las señales cuya probabilidad de ocurrencia es menor.
- D) **Test de Stroop.**
 Los resultados obtenidos sobre los efectos del ruido en el rendimiento dependen, en este caso, de cuestiones metodológicas más que de las características intrínsecas a la tarea. Específicamente, dependen de que se analicen o no las cuatro condiciones posibles de la prueba. Cuando únicamente se analizan las condiciones de interferencia, la presencia de ruido aumenta la interferencia creada por el nombre de un color pintado en otro color diferente. Sin embargo, cuando se analizan las cuatro condiciones de la prueba, el efecto del ruido se centra en la velocidad con que los individuos leen las palabras, en el sentido de que, con ruido, los sujetos leen más lentamente las palabras. Pero, desaparecen los efectos significativos del ruido sobre las puntuaciones de los sujetos en las condiciones de interferencia.

1.3.- INDICADORES UTILIZADOS PARA MEDIR EL RENDIMIENTO DE LOS SUJETOS.

Los efectos del ruido observados por distintos investigadores varían también en función de cómo se mida el nivel de rendimiento de los sujetos. En este sentido, el rendimiento en tareas que implican recuerdo libre de información puede medirse, bien como número total de ítems recordados, número de errores por comisión y número de errores por omisión. Por su parte, el nivel de rendimiento en tareas de recuerdo en orden de información puede medirse, bien en base al número de ítems recordados en la misma posición que ocupaban en la lista original, o bien en base a la probabilidad de que los sujetos recuerden los ítems en

la secuencia correcta. El rendimiento de los sujetos, en cuanto al nivel con el que agrupan información en función de la categoría verbal a la que pertenece, puede medirse usando distintos índices de agrupamiento en los que lo fundamental es que su valor dependa o no del número total de ítems recordados. Por último, el rendimiento de los sujetos en tareas de comprensión verbal puede medirse como número de respuestas correctas, número de errores por comisión y número de errores por omisión.

El uso de cada una de estas formas de medir el rendimiento arroja resultados diferentes en cuanto a si el ruido incide o no sobre el rendimiento, y en cuanto a la dirección de dicha influencia.

1.4.- CARACTERÍSTICAS INTRINSECAS DE LOS SUJETOS.

Entre estos factores caben resaltar por su importancia los siguientes: a) la sensibilidad individual al ruido, b) la evaluación subjetiva que los sujetos experimentales hacen de los sonidos bajo cuya condición trabajan, c) las características de personalidad, y d) el esfuerzo mental compensatorio.

1.4.1.- Sensibilidad individual al ruido.

En general podemos afirmar que, comparando el rendimiento obtenido bajo la presencia de ruidos y sonidos habituales por los sujetos sensibles y no sensibles al ruido, los sujetos sensibles rinden significativamente peor que los sujetos no sensibles al ruido.

1.4.2.- Evaluación subjetiva de los sonidos.

Nuestros estudios experimentales indican que los individuos muestran una clara tendencia a evaluar determinados sonidos habituales como más agradables y menos perturbadores que otros, y a que consideren que la presencia de los sonidos evaluados como agradables tiene efectos benéficos sobre su nivel de rendimiento, mientras que la presencia de los sonidos evaluados como desagradables afecta negativamente a su rendimiento.

1.4.3.- Características de personalidad.

Algunos resultados experimentales indican que los efectos del ruido sobre el rendimiento pueden variar en función de diferencias entre los sujetos experimentales en la dimensión de personalidad introversión/extroversión. Estos resultados evidencian que, cuando los sujetos introvertidos trabajan en condiciones ambientales que generan niveles de activación bajos rinden mejor que los sujetos

extrovertidos. Pero, cuando trabajan en condiciones ambientales que producen altos niveles de activación, los introvertidos rinden peor que los extrovertidos. Asimismo muestran que, los individuos extrovertidos prefieren los altos niveles de estimulación auditiva, mientras que los introvertidos son más sensibles a dichos niveles de estimulación auditiva.

1.4.4.- Esfuerzo mental compensatorio.

Cuando los sujetos trabajan en situaciones sonoras adversas pueden hacer un esfuerzo adicional, consciente o inconsciente, que les permite compensar los efectos perjudiciales que el ruido tiene sobre su nivel de rendimiento. De hecho, se ha observado que, cuando las instrucciones dadas inducen a los sujetos a que "trabajen duro", la presencia del ruido no afecta negativamente al rendimiento, y los valores por ellos obtenidos en distintos indicadores fisiológicos muestran que, efectivamente, han realizado un gran esfuerzo durante la realización de la tarea. En contraposición, cuando se instruye a los sujetos para que no se esfuercen, el rendimiento se ve afectado negativamente por la presencia del ruido.

2.- **PRINCIPALES CONCLUSIONES ACERCA DE LOS EFECTOS QUE EL RUIDO TIENE SOBRE EL RENDIMIENTO.**

A continuación, presentamos las principales conclusiones a las que hemos llegado en relación a los efectos que tiene el trabajar bajo condiciones ambientales ruidosas, sobre el rendimiento en distintos tipos de tareas. Estas conclusiones se presentan agrupadas, en función del tipo de actividad que los individuos realizan en condiciones de ruido, en los siguientes dos apartados:

- 1.- Tareas que implican percepción, retención, recuperación y comprensión de información.
- 2.- Tareas que, básicamente, implican procesos atencionales.

2.1.- TAREAS QUE IMPLICAN PERCEPCION, RETENCION, RECUPERACION Y COMPRENSION DE INFORMACION.

El análisis detallado de los resultados experimentales, en relación a los efectos del ruido sobre los procesos de percepción, retención, recuperación y comprensión de información, pone de manifiesto que hay un acuerdo en cuanto a que el ruido incide sobre el rendimiento de los individuos, aún cuando el estímulo sonoro se presente a niveles de intensidad moderados. Sin embargo, cuando se intenta establecer la dirección de dicha incidencia, se evidencia que los resultados varían considerablemente, en función de los factores indicados con anterioridad en este capítulo.

2.1.1.- Recuerdo a corto plazo de información en orden y de la posición en la serie.

Cuando se analizan distintas formas de recuerdo, por ejemplo, recuerdo total correcto, recuerdo del orden serial correcto, errores por comisión, confusiones acústicas y errores por omisión, en presencia y ausencia de ruido, existen diferencias entre los niveles de recuerdo alcanzado por los sujetos bajo ambas condiciones sonoras.

En general, la presencia de un ruido blanco, a niveles moderados de intensidad, durante la realización de tareas que requieren recuerdo a corto plazo de información, no deteriora el proceso de recuerdo cuando se usa como medida del rendimiento el número de ítems que los sujetos recuerdan correctamente.

Cuando lo que se evalúa es la habilidad de los individuos para recordar información en orden, y el rendimiento se mide como número de ítems recordados en la misma posición que ocupaban en la lista original, el ruido blanco, a niveles moderados de intensidad, afecta significativamente y de forma positiva al rendimiento de los sujetos. Sin embargo, el ruido blanco afecta diferencialmente al recuerdo de los ítems tempranos de la lista y al recuerdo de los últimos ítems, en función del número de ítems que se pida al sujeto que recuerde. En este sentido, cuando los sujetos deben recordar pocos ítems, el efecto benéfico del ruido blanco se da para todos los ítems excepto el último, mientras que, cuando los sujetos deben recordar muchos ítems, el efecto benéfico del ruido blanco se da para los últimos ítems de la lista, pero no para los primeros. Asimismo, el efecto benéfico del ruido blanco se observa solamente en los primeros momentos del desarrollo de la tarea, mientras que, en los últimos períodos de la sesión, el efecto del ruido blanco sobre el rendimiento es dañino.

Cuando se evalúa la habilidad de los sujetos para recordar información en orden, y el rendimiento se mide como la probabilidad de que el sujeto recuerde la información en la secuencia correcta, la relación entre nivel de intensidad el ruido blanco y nivel de rendimiento no es monotónica.

2.1.2.- Recuerdo a corto plazo de listas de palabras categorizadas.

En relación con el rendimiento diferencial de los individuos en este tipo de tareas, bajo condiciones ambientales ruidosas y silenciosas, concluimos que, la presencia de ruido, a niveles moderados de intensidad, no tiene efectos significativos sobre el rendimiento de los sujetos, medido como número total de palabras correctamente recordadas y número de errores cometidos. Esta ausencia de un efecto significativo del ruido es independiente de que el ruido presentado sea un ruido o sonido cotidiano, o que sea un ruido generado electrónicamente.

En contraposición, la presencia de ruido incide de forma significativa sobre el nivel con el cual los sujetos agrupan las palabras en función de la categoría verbal a la que pertenecen, dependiendo de que el ruido presentado sea un ruido o sonido habitual o de que sea generado electrónicamente. En este sentido, cuando la condición ambiental en la que se realiza la tarea se caracteriza por la presencia de sonidos cotidianos, evaluados subjetivamente como agradables o desagradables, el ruido no tiene efectos estadísticamente significativos sobre el nivel de agrupamiento. A diferencia de esto, cuando el ruido es un ruido blanco, la presencia del ruido afecta significativamente y de forma negativa al nivel de agrupamiento.

2.1.3.- Tareas que implican recuerdo y reconocimiento de categorías.

Los resultados experimentales obtenidos en cuanto al efecto del ruido sobre el rendimiento en tareas que conllevan el recuerdo de ejemplos de categorías, indican que la presencia de ruido blanco incide significativamente sobre el nivel de rendimiento alcanzado por los sujetos.

La dirección de dicho efecto depende, fundamentalmente, de la experiencia previa de los sujetos en la tarea y del grado en el que cada palabra estímulo es un buen ejemplo de la categoría. En este sentido, la presencia de ruido blanco, a niveles moderados de intensidad, tiene efectos perjudiciales sobre el número de ejemplos no-dominantes de la categoría recordados correctamente, cuando los sujetos experimentales tienen experiencia previa con la tarea, pero no afecta significativamente al número de ejemplos dominantes de la categoría recordados. A diferencia de esto, cuando los sujetos no tienen experiencia con la tarea, la presencia del ruido blanco tiene efectos perjudiciales sobre el número de ejemplos dominantes recordados.

Cuando la tarea a realizar implica reconocimiento de ejemplos de categorías, la presencia de un ruido blanco, a niveles de intensidad moderados, no afecta de forma significativa al nivel de rendimiento obtenido por los

sujetos.

2.1.4.- Tareas que implican recuerdo y comprensión de información verbal contenida en un texto.

La presencia de un sonido o ruido habitual, durante la realización de una tarea que requiere recuerdo y comprensión de información verbal compleja, afecta significativamente y en sentido negativo al rendimiento alcanzado por los sujetos, medido como número total de respuestas correctas y número total de errores cometidos.

El efecto perjudicial de los ruidos y sonidos habituales sobre los procesos de retención y recuperación de información se centra en que, bajo estas condiciones ambientales, los individuos son incapaces de recuperar la información previamente leída, observándose un incremento significativo en el número de errores por omisión.

Por otra parte, el efecto dañino de ciertos ruidos y sonidos cotidianos sobre los procesos de comprensión lectora manifiesta que, bajo estas condiciones sonoras, los sujetos son incapaces de seleccionar, de entre una serie de respuestas alternativas, aquella que mejor expresa el significado transmitido en el texto, emitiendo un número significativamente superior de respuestas incorrectas.

2.1.5.- Pruebas de inteligibilidad del lenguaje oral.

El proceso de comunicación se ve seriamente entorpecido cuando los individuos se comunican en situaciones ambientales ruidosas. Los resultados experimentales indican que, si bien la presencia de ruido no afecta de forma significativa a la fluidez verbal, sí afecta negativamente a la capacidad de los sujetos para comprender el lenguaje oral y usarlo en la resolución de problemas.

Los efectos dañinos del ruido sobre el rendimiento de los sujetos en pruebas de inteligibilidad del lenguaje oral evidencian que, en condiciones ruidosas, los sujetos tienen grandes dificultades para percibir correctamente los mensajes que le son transmitidos, disminuye su capacidad para discriminar correctamente el lenguaje, son incapaces de comprender los mensajes verbales transmitidos, cometen un mayor número de errores, tienden a olvidar el material previamente aprendido en silencio, y para que los oyentes capten las señales verbales, el emisor debe incrementar significativamente la intensidad y la frecuencia fundamental de la voz.

2.2.- TAREAS QUE IMPLICAN, BASICAMENTE, PROCESOS ATENCIONALES.

Los efectos del ruido sobre los procesos atencionales son, también, significativos, y pueden resumirse diciendo que, en presencia de ruido, los sujetos centran su atención en los aspectos más relevantes. No obstante, la dirección de tales efectos depende de la tarea específica que los sujetos lleven a cabo en presencia de ruido.

2.2.1.- Figuras enmascaradas.

Cuando los sujetos realizan este tipo de tarea, la presencia de ruido no tiene ningún efecto significativo sobre el nivel de rendimiento de los sujetos. Esta ausencia de efectos del ruido es independiente de las peculiaridades de la tarea.

2.2.2.- Formas globales y detalles.

Los efectos del ruido sobre el rendimiento en tareas que conllevan la percepción y recuerdo de configuraciones complejas son significativos e indica que, la presencia de ruido afecta de forma positiva a la detección y posterior recuerdo de los detalles, a expensas de los rasgos más globales de la configuración. En este sentido, cuando los sujetos realizan este tipo de tareas con ruido, el recuerdo de las letras pequeñas de la configuración es, significativamente, superior al recuerdo de la letra grande.

2.2.3.- Tareas de vigilancia.

En general podemos concluir que, la presencia de ruido, durante la realización de tareas que requieren la detección de señales conformadas por secuencias particulares de dígitos, provoca disminuciones significativas en el número de señales detectadas correctamente.

El efecto dañino del ruido, no obstante, es diferente en función de que se analicen los errores por comisión y los errores por omisión. En este sentido, la presencia de ruido hace que los sujetos cometan un mayor número de errores por omisión, pero hace que los sujetos tengan un menor número de errores por comisión. El efecto del ruido sobre el número de errores por omisión es independiente de las características intrínsecas de la tarea, sin embargo, el efecto sobre los errores por comisión depende de las características de las señales a ser detectadas y del tiempo transcurrido entre la presentación de las distintas condiciones de sonido.

2.2.4.- Tareas de reacción serial.

Los resultados experimentales indican que, el rendimiento de los sujetos en estas tareas no se ve afectado de forma significativa por la presencia de ruidos, a niveles moderados de intensidad.

La observación de efectos significativos y perjudiciales del ruido sobre el rendimiento en estas tareas se da solamente cuando el ruido presentado durante el desarrollo de la tarea registra altos niveles de intensidad, y cuando el período de exposición al ruido es prolongado. Estos efectos del ruido, no obstante, dependen de la probabilidad de ocurrencia de la señal. En este sentido, y como se indicó en el primer apartado de este capítulo, los efectos perjudiciales del ruido sedan con aquellas señales cuya probabilidad de ocurrencia es baja.

2.2.5.- Test de Stroop.

En general, la presencia de ruido, a niveles moderados de intensidad, afecta negativamente al nivel de rendimiento en el test de Stroop. Este efecto del ruido se centra en un incremento en la interferencia creada por respuestas que compiten entre sí, cuando se analizan solamente las dos condiciones de interferencia del Stroop. Este efecto perjudicial del ruido se observa exclusivamente cuando el tiempo de exposición a la estimulación sonora es grande. En contraposición, cuando se analizan las cuatro condiciones posibles de la prueba, el efecto perjudicial del ruido se centra en la velocidad con que los sujetos leen las palabras, pero, en este caso, no se observan efectos significativos del ruido sobre las puntuaciones de interferencia obtenidas por los sujetos.

BIBLIOGRAFIA.

- ABEL, S.H.M.; ALBERTI, P.W.; KREVER, E.M. (1988). Auditory Function and Speech Perception in Noise in Aging and Noise Sensitive Listeners. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.
- ADAMS, M.J. (1982). Models of Reading. In: *Language and Comprehension*. Le Ny, J.F.; Kintch, W. (Eds). North-Holland Publishing Company.
- ANDERSON, C.M.B. (1971). The Measurement of Attitude to Noise and Noises. NPL *Acoustic Report* Ac 52. Great Britain: National Physical Laboratory.
- ANDERSON, K.; LINDVALL, T. (Eds). (1988). *Health Effects of Community Noise*. Nordic Noise Group, Nordic Council of Ministers.
- ARNBERG, P.W.; BENNERHULT, O.; EBERHARDT, S.L. (1990). Sleep Disturbances caused by Vibrations from Heavy Road traffic. *Journal Acoustic of Society American*, 88 (3), 1486-1493.
- ATKINSON, R.C.; SHIFFRIN, R.M. (1968). Human Memory: a proposed system and its control processes. In: Spence, K.W.; Spence, J.t. (Eds), *The Psychology of Learning and Motivation*. Vol II, New York: Academic Press, 89-122.
- BADDELEY, A.D. (1968). A Three minute Reasoning Test based on Grammatical Transformation. *Psychonomics Science*. 10, 341-342.
- BADDELEY, A.D. (1970). Estimating the Short-Term Component in Free Recall. *British Journal of Psychology*. 61, 13-15.
- BADDELEY, A.D.; HITCH, G. (1974). Working Memory. In: Bower, G.H. (Ed). *The Psychology of Learning and Motivation*. Vol III, New York: Academic Press.
- BADDELEY, A.D.; HITCH, G. (1977). Subsequent Development in Research on Working Memory. *Cognitive Psychology*. Milton Keynes: Open University Press.
- BADDELEY, A.D.; THOMSON, N.; BUCHANAN, M. (1975). World Length and the Structure of Short-Term Memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 14, 575-598.

BAKAN, P. (1963). An Analysis of Retrospective Report Following and Auditory Vigilance Task. In: Buckner, D.; Mc Grath, J.J. (Eds). *Vigilance: A Symposium*. New York: Mc Graw-Hill.

BARBENZA, C.M.; UHRLANDT, M.S. (1981). Algunos Efectos del Ruido sobre el Organismo Humano y la Conducta. *Rev. de Psicología General y Aplicada*. 36(5), 867-880.

BARTLETT, F.C. (1932). *Remembering*. Cambridge: Cambridge University Press.

BELL, P.A. (1978). Effects of Noise and Heat Stress on Primary and Subsidiary Task Performance. *Human Factors*. 20, 749-752.

BERGLUND, B.; BERGLUND, U.; LINDVALL, T. (1976). Scaling Loudness, Noisiness, and Annoyance of Aircraft Noise. *Journal of Acoustic Society American*. 57, 930-934.

BERGLUND, B.; BERGLUND, U.; PREIS, A.; RANKIN, K. (1988). Does Equal Loudness Mean Equal Annoyance?. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.

BERLYNE, D.E. et al. (1965). Effects of Stimulus Complexity and Induced Arousal on Paired-Associate Learning. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 4, 291-299.

BLACK, J.B. (1985). An Exposition on Understanding Expository Text. In: *Understanding Expository Text*. Britton, B.K.; Black, J.B. (Eds). Hillsdale New York: LEA.

BLAKE, M.J.F. (1967). Time of Day Effects on Performance in a Range of Tasks. *Psychonomics Science*. 9, 349-350.

BORTNER, R.W. (1969). A Short Rating Scale as a Potencial Measure of Pattern a Behavior. *Journal of Chronic Diseases*. 22, 87-91.

BORSKY, P.N. (1979). Sociopsychological Factors Affecting the Human Response to Noise Exposure. *Otolaryngologia Clinics of North America*. 12(3), 521-535.

BOUSFIELD, W.A. (1953). The Ocurrence of Clustering in the Recall of Randomly Arranged Associates. *Journal of General Psychology*. 49, 229-240.

BOUSFIEL, A.K.; BOUSFIELD, W.A. (1966). Measurement of Clustering and of Sequential Constancies in Repeated Free Recall. *Psychological Report*. 19, 935-942.

BOWER, G.H.; CLARK, M.C.; LESGOLD, A.M.; WINZENZ, D. (1969). Hierarchical Retrieval Schemes in Recall of Categorized Word List. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 8, 323-343.

- BRAMBILLA, G.; CARRETTI, M.R.; SANTOBONI, S. (1988). Laboratory Subjective Evaluation of Environmental Impulsive Sounds. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.
- BRANSFORD, J.D.; FRANKS, J.J. (1971). The Abstraction of Linguistic Ideas. *Cognitive Psychology*. 2, 331-350.
- BRANSFORD, J.D.; BARCLAY, J.R.; FRANKS, J.J. (1972). Sentence Memory: a constructive versus interpretative approach. *Cognitive Psychology*. 3, 193-209.
- BREEN-LEWIS, K.; WILDING, J. (1984). Noise, Time of Day and Test Expectations in Recall and Recognition. *British Journal of Psychology*. 75, 51-63.
- BREGMAN, H.L.; PEARSON, R.G. (1972). Development of a Noise Annoyance Sensitivity Scale. *NASA Report CR 1954*: Washington D.C.
- BROADBENT, D.E. (1958). Effects of Noise on a "Intellectual" Task. *Journal of the Acoustical Society of America*. 30, 824-827.
- BROADBENT, D.E. (1960). *Noise and Efficiency*. London: Royal Naval Personnel Research Committee. Report 352.
- BROADBENT, D.E. (1971). *Decision and Stress*. London: Academic Press.
- BROADBENT, D.E. (1975). Waves in the Eye and Ear. *Journal of Sound and Vibration*. 41, 113-125.
- BROADBENT, D.E. (1976). Noise and the Detail of Experiment: a reply to Poulton. *Applied Ergonomics*. 7(4), 231-235.
- BROADBENT, D.E. (1977). Precautions in Experiment on Noise. *British Journal of Psychology*. 68, 427-429.
- BROADBENT, D.E. (1978). The Current State of Noise Research. *Psychological Bulletin*. 85, 1052-1067.
- BROADBENT, D.E. (1979). Human Performance in Noise. In: Harris, C.M. (Ed), *Handbook of Noise Control*. New York: Mc Graw-Hill.
- BROADBENT, D.E. (1981). Effects of Moderate Levels of Noise on Human Performance. *Hearing Research and Theory*. Vol I.
- BROADBENT, D.E. (1982). Task Combination and Selective Intake of Information. *Acta Psychologica*. 50, 253-290.
- BROADBENT, D.E. (1983). Recent Advances in Understanding Performance. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Health Mental Problem*.

- BROADBENT, D.E. (1984). Performance and its Measurement. *British Journal Clin. Pharmacol.* 18, 55-95.
- BROADBENT, D.E. (1986). Memory Organization and the Control of Behavior. *Human Memory and Cognitive Capabilities*. 1049-1055.
- BROADBENT, D.E.; BROADBENT, M.H.P. (1977). General Shape and Local Detail in Word Perception. In: Dornic, S. (Ed). *Attention and Performance*. Vol VI. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- BROADBENT, D.E.; COOPER, D.J.; BROADBENT, M.H.P. (1978). A Comparison of Hierarchical and Matrix Retrieval Schemes in Recall. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*. 4(5), 486-497.
- BROADBENT, D.E.; VINES, R.; BROADBENT, M.H.P. (1978). Recency Effects in Memory, as a Function of Modality of Intervening Events. *Psychological Research*. 40, 5-13.
- BROADBENT, D.E.; COOPER, D.J.; FRANKISH, C.R.; BROADBENT, M.H.P. (1980). Modality Differences in Relation to Grouping in Immediate Recall. *British Journal of Psychology*. 71, 475-485.
- BROADBENT, D.E.; BROADBENT, M.H.P. (1981). Recency Effects in Visual Memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 33(A), 1-15.
- BUCHTA, E. (1990). A Field Survey on Annoyance Caused by Sounds from Small Firearms. *Journal Acoustic of Society American*. 88(3), 1459-1467.
- CARR, D. (1971). Introversion-Extraversion and Vigilance Performance. In: *Proceedings of the 79Th Annual Convention of the American Psychological Association*.
- CHASE, W.G. (1977). Does Memory Scanning Involve Implicit Speech?. In: Dornic, S. (Ed). *Attention and Performance*. Vol VI. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- CLIFTON, C.; TASH, J. (1973). Effects of Syllabic Word Length on Memory Search Rate. *Journal of Experimental Psychology*. 99, 231-235.
- COBB, S. (1969). Physiologic Changes in Men whose Jobs were Abolished. *Journal of Psychosomatic Research*. 18, 245-258.
- COLLE, H.A. (1980). Auditory Encoding in Visual Short-Term Recall: effects of noise intensity and spatial location. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 19, 722-735.
- COLLE, H.A.; WELSH, A. (1976). Acoustic Masking in Primary Memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 15, 17-31.

- COLLINS, A.M.; QUILLIAN, M.R. (1969). Retrieval time from Semantic Memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 8, 240-247.
- COLLINS, A.M.; QUILLIAN, M.R. (1970). Does Category Size Affect Categorization Time?. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 9, 432-438.
- CONRAD, R. (1964). Acoustic Confusions in Immediate Memory. *British Journal of Psychology*. 55(1), 75-84.
- CORCORAN, D.W. (1962). Noise and Loss of Sleep. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 14, 178-182.
- CRAIK, F.I.M. (1973). A Levels of Analysis View of Memory. In: Pliner, P.; Krames, L.; Alloway, T.M. (Eds). *Communication and Affect: Language and Thought*. London: Academic Press.
- CRAIK, F.I.M.; LOCKHART, R.S. (1972). Level of Processing: a framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 11, 671-684.
- CRAIK, F.I.M.; TULVING, E. (1975). Depth of Processing and the Retention of Words in Episodic Memory. *Journal of Experimental Psychology*. 104, 268-294.
- DAEE, S.; WILDING, J.M. (1977). Effects of High Intensity White Noise on Short-Term Memory for Position in a List and Sequence. *British Journal of Psychology*. 68, 335-349.
- DALL'AVA-SANTUCCI, J.; ROUHANI, S.; POGGI, D.; MOCH, A.; COLAS, C.; COHEN, E.; BLACKER, C.; BELON, J.P.; GANGE, P.; POENARU, S. (1988). Study of the Pathophysiological Effects of Chronic Exposure to Environmental Noise in Man. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.
- DARLYMPLE-ALFORD, E.C. (1970). Measurement of Clustering in Free Recall. *Psychological Bulletin*. 74, 32-34.
- DAMONGEOT, A.; CHOCKAERT, J.C.; FLORU, R. Combined Effects of Noise and Vibrations on Psychophysiological Indicator of Vigilance in a Simulated Driving Task. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.
- DAVIES, D.R.; HOCKEY, G.R. (1966). The Effects of Noise and Doubling the Signal Frequency on Individual Differences in Visual Vigilance Performance. *British Journal of Psychology*. 57, 381-389.
- DAVIES, D.R.; JONES, D.M. (1975). The Effects of Noise and Incentives upon Attention in Short-Term Memory. *British Journal of Psychology*. 66, 61-68.

- DEFOURNY, M.; FRANKIGNOUL, M. (1973). A Propos du Comportement Prédiposant aux Coronaropathies (Overt Pattern A). *Journal of the Psychosomatic Research*. 17, 130-219.
- DELIN, C.D. (1988 a). Does Many Years Work at a High Noise Level Necessarity Lead to Raised Blood Pressure?. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.
- DELIN, C.D. (1988 b). Hearing capacity among Engine-Room Personnel at Sea. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.
- DELGADO, C. (1991). Efectos Fisiológicos del Ruido. En: *El Ruido en la Ciudad Gestión y Control*. Sociedad Española de Acústica. Madrid.
- DELL, P. (1963). Reticular Homeostasis and Critical Reactivity. In: *Progress in Brain Research*. Vol I, 82-98. Amsterdam: Ebevier.
- DORNIC, S. (1973). Order Error in Attended and Non-Attended Tasks. In: Kornblum (Ed). *Attention and Performance*. Vol IV, 119-125. New York: Academic Press.
- EAGLE, M.; ORTOFF, E. (1967). The Effect of Level of Attention upon "Phonetic" Recognition Errors. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 6, 226-231.
- EASTERBROOK, J.A. (1959). The Effects of Emotion on Cue Utilization and the Organization of Behavior. *Psychological Review*. 66, 183-201.
- EBERHARDT, J. (1987) In: *Health Effects of Community Noise*. Anderson, K.; Lindvall, T. (Eds). Nordic Noise Group. Nordic Council Ministers.
- ELLIOT, C.D. (1971). Noise Tolerance and Extraversion in Children. *British Journal of Psychology*. 62, 375-380.
- EWERTSEN, H.W.; BIRK-NIELSEN, H. (1973). Social Hearing Handicap Index. *Audiology*. 12, 180-187.
- EYSENCK, M.W. (1975). Effects of Noise, Activation Level, and Response Dominance or Retrieval from Semantic Memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*. 1, 143-148.
- EYSENCK, M.W. (1977). *Human Memory: Theory, Research and Individual Differences*. London: Pergamon.
- EYSENCK, M.W. (1978). Levels of Processing: A critique. *British Journal of Psychology*. 69, 157-169.
- EYSENCK, M.W.; EYSENCK, M.C. (1979). Memory Scanning, Introversion-Extroversion and Level of Processing. *Journal of Research in Personality*. 9, 139-141.

- FASTL, H. (1985). Loudness and Annoyance of Sounds. Subjective Evaluation and Data from ISO 532 B. In: *Inter-Noise '85*. Dortmund, FRG: Bundesanstalt für Arbeitsschutz.
- FLINDELL, I.H.; RICE, C.G. (1988). Annoyance Due to Impulse Noises: Laboratory studies. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.
- FOLKARD, S. (1976). The Reduction of Subvocal Activity under Stress, and its Effects on Information Processing and Memory. In: *Proceedings of the XXI International Congress of Psychology*.
- FOWLER, C.J.; WILDING, J.M. (1979). Differential Effects of Noise and Incentives on Learning. *British Journal of Psychology*. 70, 149-153.
- FRANKEL, F.; COLE, M. (1971). Measure of Category Clustering in Free Recall. *Psychological Bulletin*. 76, 39-44.
- FRANKENHAUSER, M.; LUNDBERG, U. (1977). The Influence of Cognitive Set on Performance and Arousal under Different Noise Load. *Motivation and Emotion*. 1, 139-149.
- FREDERIKSEN, C.H. (1975 a). Representing Logical and Semantic Structure of Knowledge Acquired from Discourse. *Cognitive Psychology*. 7, 371-458.
- FREDERIKSEN, C.H. (1975 b). Effects of Context-Induced Processing Operations on Semantic Information Acquired from Discourse. *Cognitive Psychology*. 7, 139-166.
- FREDERIKSEN, C.H. (1975 c). Acquisition of Semantic Information from Discourse: effects of repeated exposures. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 14, 158-169.
- FRIEDMAN, M.; ROSENMAN, R.H. (1959). Association of Specific overt Behavior Patterns with Blood and Cardiovascular Finding. *Journal of American Medical Association*. 169, 1286-1296.
- GARCIA, A.M.; GARCIA, D.A. (1989). Efectos del Ruido Laboral sobre la Salud. Resultados relativos a las Pérdidas de Capacidad Auditiva. En: *Ponencias y Comunicaciones de las Jornadas Nacionales de Acústica*. España.
- GARCIA, A.; MIRALLES, J.L.; GARCIA, A.M.; SEMPERE, M.C. (1988). Noise Nuisance caused by Road Traffic in Urban Areas. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.
- GLANZER, M. (1972). Storage Mechanisms in Recall. In: Bower, G.H. (Ed). *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory*. Vol V. New York: Academic Press.

- GOSY, M. (1988). Psychoacoustic Consequences of Noises for Communication. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.
- GRUBER, J. (1988). Comparison of Age Dependent Hearing loss of Urban and Rural Populations samples. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.
- GULIAN, E.; THOMAS, J.R. (1986). The Effects of Noise, Cognitive Set and Gender on Mental Arithmetic Performance. *British Journal of Psychology*. 77, 503-511.
- GUPTA, S.N.; JAIN, V.; BANSAL, A.S. (1988). Noise Induced Hearing Loss in Ludhiana Industrial Workers. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.
- GYR, S; GRANDJEAN, E. (1984). Industrial Noise in Residential Areas: Effects on residents. *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 53, 219-231.
- HAMILTON, P.; HOCKEY, G.R.; QUINN, J.G. (1972). Information Selection, Arousal and Memory. *British Journal of Psychology*. 62 (2), 181-189.
- HAMILTON, P.; HOCKEY, G.R.; REJMEN, M. (1977). The Place of the Concept of Activation in Human Information Processing Theory: An integrative approach. In: Dornic, s. (Ed). *Attention and Performance*. Vol VI. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- HARRIS, R.W.; SWENSON, D.W. (1990). Effects of Reverberation and Noise on Speech Recognition by Adults with Various Amounts of Sensorineural Hearing Impairment. *Audiology*. 29, 314-321.
- HARTLEY, L.R. (1974). Performance during Continuous and Intermittent Noise and Wearing Ear Protection. *Journal of Experimental Psychology*. 102 (3), 512-516.
- HARTLEY, L.R.; ADAMS, R.G. (1974). Effects of Noise on the Stroop Test. *Journal of Experimental Psychology*. 102, 62-66.
- HARTLEY, L.R.; CARPENTER, A. (1974). A Comparison of Performance with Headphone and Free-Field Noise. *Journal of Experimental Psychology*. 103 (2), 377-380.
- HARTLEY, L.R.; DUNNE, M.; SCHWARTZ, S.; BROWN, J. (1986). Effects of Noise on Cognitive Strategies in a Sentence Verification Task. *Ergonomics*. 29 (4), 607-617.
- HARTLEY, L.R.; BOULTWOOD, B.; DUNNE, M. (1987). Noise and Verbal or Spatial Solutions of Rubik's Cube. *Ergonomics*. 30 (3), 503-509.

- HEALY, A.F. (1975). Coding of Temporal-Spatial Patterns in Short-Term Memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 14, 481-495.
- HESLIP, J.R.; EPSTEIN, W. (1969). Effectiveness of Serial Position and Preceding Item Cues in Serial Learning. *Journal of Experimental Psychology*. 80, 64-68.
- HOCKEY, R. (1970). Effects of Loud Noise on Attentional Selectivity. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 22, 28-36.
- HOCKEY, R. (1973). Changes in Information-Selection Patterns in Multi-Source Monitoring as a Function of Induced Arousal Shifts. *Journal of Experimental Psychology*. 101, 35-42.
- HOCKEY, R.; HAMILTON, P. (1970). Arousal and Information Selection in Short-Term Memory. *Nature*. 226, 866-867.
- HOCKEY, R.; HAMILTON, P. (1983). The Cognitive Patterning of Stress States. In: Hockey, R. (Ed). *Stress and Fatigue in Human Performance*. New York: John Wiley.
- HOLLOWAY, C.M. (1970). Cognitive Indices of Speech Communication Efficiency. In: *Proceedings of 5th International Symposium on Human Factors in Telecommunication*.
- HOUSTON, B.K. (1969). Noise, Task Difficulty and Stroop Colour-Word Performance. *Journal of Experimental Psychology*. 52, 403-404.
- HOUSTON, B.K.; JONES, T.M. (1967). Distraction and Stroop Colour-Word Performance. *Journal of Experimental Psychology*. 74, 54-56.
- HUBERT, L.J.; LEVIN, J.R. (1976). A General Statistical Framework for Assessing Categorical Clustering in Free Recall. *Psychological Bulletin*. 83, 1072-1080.
- HYDE, T.S.; JENKINS, J.J. (1969). Differential Effects of Incidental Task on the Organization of Recall of a List of Highly Associated Words. *Journal of Experimental Psychology*. 82, 472-481.
- HYGGE, S. (1988). Interaction of Low-Density Noise and Moderate Heat on Cognitive Performance and Serial Reaction. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.
- IRIARTE, F.J. (1989). Efectos no Auditivos del Ruido. En: *Ponencias y Comunicaciones de las Jornadas Nacionales de Acústica*. España.

IVARSON, N.; ARLINGER, S. (1988). Hearing in Forestry Workers, Saw-Mill Workers and Carpenters: Relations to noise exposure at work and in spare time and the use of ear protectors. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.

JACOBY, L.L.; CRAIK, F.I.M. (1979). Effects of Elaborations of Processing at Encoding and Retrieval: Trace distinctiveness and recovery of initial context. In: Cernak, L.S.; Craik, F.I.M. (Eds). *Levels of Processing in Human Memory*. New Jersey. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.

JELINKOVA, Z. (1988). Coping with Noise in Noise Sensitive Subjects. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.

JONES, D.; BROADBENT, D.E. (1979). Side-Effects of Interferences with Speech by Noise. *Ergonomics*. 22(9), 1073-1081.

JONES, D.; SMITH, A.P.; BROADBENT, D.E. (1979). Effects of Moderate Intensity Noise on the Bakan Vigilance Task. *Journal of Applied Psychology*. 64(6), 627-634.

KINCHLA, R.A.; WOLFE, J.M. (1979). The Order of Visual Processing. "Top-Down", "Bottom-Up", or "Middle-Out". *Perception and Psychophysics*. 25, 225-231.

KINTSCH, W.; VAN DIJK, T.A. (1978). Toward a Model of Text Comprehension and Production. *Psychological Review*. 85(5), 363-394.

KJELLBERG, A.; WIDE, P. (1988). Effects of Simulated Ventilation Noise on Performance of a Grammatical Reasoning Task. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.

KEIGHLEY, E.C. (1970). Acceptability Criteria for Noise in Large Offices. *Journal of Sound and Vibration*. 11, 83-93.

LANDAUER, T.K.; FREEDMAN, J.L. (1968). Information Retrieval from Long-Term Memory: Category size and recognition time. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 7, 291-295.

LANDAUER, T.K.; MEYER, D.E. (1972) Category Size and Semantic-Memory Retrieval. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 11, 539-549.

LANDSTROM, U. (1988). Noise and Fatigue in Working Environments. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.

LANDSTROM, U.; LOFSTEDT, P.; AKERLEND, E.; KJELLBERG, A.; WIDE, P. (1988). Noise and Annoyance in Working Environments. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.

- LARA, A.; PEREZ-LOPEZ, A.; SANTIAGO, S.J. (1963). Sobre la Sonoridad de Ruidos. *Revista de Ciencia Aplicada*. 95, 481-496.
- LAUNRE, C. (1975). Human Response to Traffic Noise. *Journal of Sound and Vibration*. 43, 377.
- LEGROS, C.; GAMBA, R.; ZULIANI, P. (1988). Factors Governing Speech Intelligibility Scores: The case of large room with high background noise and large reverberations. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.
- LEVY, B.A. (1971). Role of Articulation in Auditory and Visual Short-Term Memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 10, 123-132.
- LEVY-LEBOYER; MOSER. (1986). Individual Differences in Noise Annoyance: Four explanations. In: *International Symposium on Annoyance in the Environment: Characterization and Measurement*. Amsterdam.
- LI, S.; CAI, F.; DAI, X.; GUO, Y. (1985). Effects of Industrial Noise on Memory and Attention in Human. *Information on Psychological Sciences*. 6, 45-50.
- LINDGREN, F.; AXELSSON, A. (1983). Temporary Threshold Shift after Exposure to Noise and Music of Equal Energy. *Ear and Hearing*. 4(4), 197-201.
- LOPEZ, I. (1989). Factores de Valoración y Teorías Explicativas de los Efectos del Ruido. En: *Ponencias y Comunicaciones de las Jornadas Nacionales de Acústica*. España.
- LOVALLO, W.R.; PINCOMB, G.A.; WILSON, M.F. (1986). Predicting Response to a Reaction Time Task: Heart rate reactivity compared with type A behavior. *Psychophysiology*. 23, 648-656.
- LUDVIGH, E.J.; HAPP, D. (1974). Extraversion and Preferred Level of Sensory Stimulation. *British Journal of Psychology*. 65, 359-365.
- MAC GINITIE, W. (1975). *La Comprensión del Lenguaje en la Educación*. Buenos Aires: Paidós.
- MARTIN, M. (1979). Local and Global Processing: The role of sparsity. *Memory and Cognition*. 7, 476-484.
- MASCHKE, C. (1988). Sleep Disturbance by Traffic Noise under Conditions of Psychological and Physical Stress. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.
- Mc CLEAN, P.D. (1969). Induced Arousal and Time of Recall as Determinants of Paired-Associate Recall. *British Journal of Psychology*. 60, 57-62.

Mc LEAN, E.K.; TARNAPOLSKY, A. (1977). Noise, Discomfort and Mental Health: A review of the socio-medical implications of disturbance by noise. *Psychological Medicine*. 7, 19-62.

MEIJER, M.; KNIPSCHILD, P.; SALLE, H. (1985). Road Traffic Noise Annoyance in Amsterdam. *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 56, 285-297.

MELAMED, S.; NAJENSON, T.; LUZ, J.; JUCHA, E.; GREEN, M. (1988). Noise Annoyance, Industrial Noise Exposure and Psychological Stress Symptoms among Male and Female Workers. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.

MERLUZZI, F.; ORSINI, S.; DIGHERA, A.; OLMII, L. (1988). The Risk of Occupational Hearing loss to Airport Workers. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.

MILLAR, K. (1979). Noise and the Rehearsal-Masking Hypothesis. *British Journal of Psychology*. 70, 565-577.

MIYAKITA, T.; MIURA, H. (1988). Consonant and Verbal Confusion as a Function of Presentation Level in Noise-Exposed Workers. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.

MOCH, A. (1988). Performance, Type A and B Sensitivity to Noise. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.

MOHINDRA, N.; WILDING, J.M. (1983). Noise Effects on Rehearsal Rate in Short-Term Serial Order Memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 35 (A), 155-170.

MURDOCK, B.B. (1972). Short-Term Memory. In: Bower, G.H. (Ed). *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory*. Vol V. New York: Academic Press.

MURRAY, D.J. (1965). The Effect of White Noise upon the Recall of Vocalized List. *Canadian Journal of Psychology*. 19, 333-345.

MURRAY, D.J. (1967). The Role of Speech Responses in Short-Term Memory. *Canadian Journal of Psychology*. 21, 263-276.

MUZET, A.; EHRHART, J. (1980). Habituation of Heart Rate and Finger Pulse Amplitude to Noise in Sleep. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. American Speech and Hearing Association Report.

NAVON, D. (1977). Forest before Trees: The precedence of global features in visual perception. *Cognitive Psychology*. 9, 353-383.

NIVISON, M. (1987). In: *Health Effects of Community Noise*. Anderson, K.; Lindvall, T. (Eds). Nordic noise Group. Nordic Council Ministers.

NOBLE, W.G.; ATHERLEY, G.R.C. (1970). The Hearing Measurement Scale: A questionnaire for the assessment of auditory disability. *Journal of Audiological Research*. 10, 229-250.

NYSTROM, S.; LINDEGRAD, B. (1975). Depression: Predisposing factors. *Acta Psychiatrica Scandinavia*. 51, 77-87.

OHRSTROM, E. (1988 a). Effects of Noise-Disturbed Sleep: A laboratory study on habituation and subjective noise sensitivity. *Journal of Sound and Vibration*. 1, 122.

OHRSTROM, E. (1988 b). Sleep Disturbance, Psycho-Social and Medical Symptoms among Persons Exposed to High Levels of Road Traffic Noise. *Submitted to Journal of Acoustical Society of America*.

OHRSTROM, E.; BJORKMAN, M.; RYLANDER, R. (1988). Noise Annoyance with regard to Neurophysiological sensitivity, Subjective Noise Sensitivity and Personality Variables. *Psychological Medicine*. 18, 605-613.

O'MALLEY, J.J.; POPLASWAKY, A. (1971). Noise Induced Arousal and Breadth of Attention. *Perceptual and Motor Skill*. 33, 887-890.

OSADA, Y. et al. (1969). Sleep Impairment Caused by Short Time Exposure to Continuous and Intermittent Noise. *Bulletin of the Institute of Public Health*. 18, 1-9.

PEKKARINEN, E.; VILJANEN, V. (1988). Speech Discrimination Wearing Ear Muffs. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.

PETERSON, E.S.; AUGENSTEIN, J.S.; TANIS, D.C.; AUGENSTEIN, D.G. (1981). Noise Raises Blood Pressure without Impairing Auditory Sensitivity. *Science*. 211, 1450-1452.

PETERSON, C.R.; JOHNSON, S.T. (1971). Some Effects of Minimizing Articulation on Short-Term Retention. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 10, 346-354.

PETIOT, J.C.; PARROT, S.; LOBREAU, J.P.; SMOLIK, H.J. (1988). Individual Differences in Heart Rate Responses to Intermittent Noise, in Reference to A and B Patterns. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.

PHILLIPS, W.A.; BADDELEY, A.D. (1971). Reaction Time and Short-Term Visual Memory. *Psychonomics Science*. 22, 73-73.

PONSODA, V. (1983). Explicaciones de los Efectos del Ruido en el Rendimiento. *Revista de Psicología General y Aplicada*. 38 (6), 1083-1116.

- POULTON, E.C. (1976). Continuous Noise Interferes with Work by Masking Auditory Feedback and Inner Speech. *Applied Ergonomics*. 7(2), 79-84.
- POULTON, E.C. (1977). Continuous Intense Noise Masks Auditory Feedback and Inner Speech. *Psychological Bulletin*. 84, 977-1001.
- POULTON, E.C. (1978). A New Look at the Effects of Noise on Performance. *British Journal of Psychology*. 69, 435-437.
- POULTON, E.C.; EDWARDS, R.S. (1974). Interactions and Range Effects in Experiments on Pair of Stress: Mild heat and low-frequency noise. *Journal of Experimental Psychology*. 102, 621-628.
- QUEROL, J.M. (1989). La Comunicación en Ambiente de Ruido Industrial. En: *Ponencias y Comunicaciones de las Jornadas Nacionales de Acústica*. España.
- RABBIT, P.M.A. (1966). Recognition: Memory for words correctly heard in noise. *Psychonomic Science*. 8, 383-384.
- RABBIT, P.M.A. (1968). Channel-Capacity, Intelligibility and Immediate Memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 20, 241-248.
- REVELLE, W.R. (1974). Introversion/Extroversion, Skin Conductance and Performance under Stress. *Dissertation Abstract International*. 35, 487B.
- REVELLE, W.R.; HUMPHREYS, M.S.; SIMON, L.; GILLILAND, K. (1980). The Interactive Effects of Personality, Time of Day and Caffeine: A test of the arousal model. *Journal of Experimental Psychology: General*. 109, 1-31.
- RICHARDSON, J.T.E.; BADDELEY, A.D. (1975). The Effects of Articulatory Suppression in Free Recall. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 14, 623-629.
- ROENKER, D.L.; THOMPSON, C.P.; BROWN, S.C. (1971). Comparison of Measures for the Estimations of Clustering in Free Recall. *Psychological Bulletin*. 76(1), 45-48.
- ROSSI, G. (1988). Noise and Task Performance. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.
- ROSSI, G.; PENNA, M.; ROLANDO, M. (1984). A Comparison of the Annoyance Effect of Impulse Noise and Fluctuating Noise. *Audiologia Italiana*. 1, 144-150.
- SALAME, P.; BADDELEY, A.D. (1982). Disruption of Short-Term Memory by Unattended Speech: Implications for the structure of working memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 21, 150-164.

- SANCHEZ, C.L. (1989). Efectos del Ruido en la Audición. En: *Ponencias y Comunicaciones de las Jornadas Nacionales de Acústica*. España.
- SANDBERG, U. (1983). Combined Effects of Noise, Infrasound and Vibration on Driver Performance. In: *Proceedings of Internacional Conference on Noise Control Engineering*. Edinburg.
- SANTISTEBAN, C. (1987). Analysis of Decisions: An expected utility model for auditory stimuly. In: *Proceedings of 18Th International Conference Mathematical Models in Human Science*. Bruselas.
- SANTISTEBAN, C. (1988). Behavioral Decisions Analysis for Auditory Stimuli. In: *Proceddings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.
- SANTISTEBAN, C. (1989). Decision Models to Evaluate Human Behavior towards Everyday Sounds. In: *Proceedings of the 8Th Symposium of Environmental Acoustics*. España.
- SANTISTEBAN, C. (1991). Ruido y Comportamiento Humano. En: *El Ruido en la Ciudad Gestión y Control*. Sociedad Española de Acústica. Madrid.
- SCHWARTZ, S. (1975). Individual Differences in Cognition: Some relationships between personality and memory. *Journal of Research in Personality*. 9, 217-225.
- SEBASTIAN, M.V. (1983). *Lecturas de Psicología de la Memoria*. Madrid: Alianza Universal.
- SILVA, J.V. (1989). Comprensión de la Palabra en Ambientes Ruidosos. Conferencia presentada y publicada en: *8Th Symposium of Environmental Acoustic*. España.
- SMITH, S.L. (1968). Extraversion and Sensory Threshold. *Psychophysiology*. 5, 293-299.
- SMITH, A.P. (1982). The Effects of Noise and Task Priority on Recall of Order and Location. *Acta Psychologica*. 51, 245-255.
- SMITH, A.P. (1983 a). The Effects of Noise an Memory Load on Running Memory Task. *British Journal of Psychology*. 74, 439-445.
- SMITH, A.P. (1983 b). The Effects of Noise and Time on Task on Recall Order Information. *British Journal of Psychology*. 74, 83-89.
- SMITH, A.P. (1983 c). The Effects of Noise on Strategies of Human Performance. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*.

- SMITH, A.P. (1985 a). The Effects of Noise on the Processing of Global Shape and Local Detail. *Psychological Research*. 47, 103-108.
- SMITH, A.P. (1985 b). The Effects of Different Types of Noise on Semantic Processing and Syntactic Reasoning. *Acta Psychologica*. 58, 263-273.
- SMITH, A.P. (1985 c). Noise, Biased Probability and Serial Reaction. *British Journal of Psychology*. 77, 89-95.
- SMITH, A.P. (1987). Activation States and Semantic Processing: A comparison of the effects of noise and time of day. *Acta Psychologica*. 64, 271-288.
- SMITH, A.P.; BROADBENT, D.E. (1980). Effects of Noise on Performance on Embedded Figures Task. *Journal of Applied Psychology*. 65 (2), 246-248.
- SMITH, A.P.; BROADBENT, D.E. (1981). Noise and Level of Processing. *Acta Psychologica*. 47, 129-142.
- SMITH, A.P.; BROADBENT, D.E. (1982). The Effects of Noise on Recall and Recognition of Instances of Categories. *Acta Psychologica*. 51, 257-271.
- SMITH, A.P.; BROADBENT, D.E. (1985). The Effects of Noise on the Naming of Colours and Reading of Colours Names. *Acta Psychologica*. 58, 275-285.
- SMITH, A.P.; JONES, D.M.; BROADBENT, D.E. (1981). The Effects of Noise on Recall of Categorized List. *British Journal of Psychology*. 72, 299-316.
- SMITH, A.P.; MILES, C. (1986). Acute Effects of Meals, Noise and Nighthwork. *British Journal of Psychology*. 77, 377-387.
- SMITH, A.P.; SHOEN, E.J.; RIPS, J.L. (1974). Estructura y Procesos en la Memoria Semántica: Un modelo de rasgos para las decisiones semánticas. En: Sebastian, M.V. (Ed). *Lecturas de Psicología de la Memoria*. Madrid: Alianza Universal.
- SOMMER, H.C.; HARRIS, C.S. (1973). Combined Effects of Noise and Vibration on Human Tracking Performance and Response Time. *Aerospace Medicine*. 44, 276-280.
- SPEARLING, G. (1960). The Information Available in Brief Visual Presentation. *Psychological Monographs: General and Applied*. 74 (11) 498 completo.
- SPEARLING, G. (1970). Short-Term memory, Long-Term Memory and Scanning in the Processing of Visual Information. In: Young, F.A.; Linsley, D.B. (Eds).

STANSFELD, S.; CLARK, C.R.; JENKINS, L.M.; TARNAPOLSKY, A. (1985). Sensitivity to Noise in a Community Sample: I. Measurement of psychiatric disorder and personality. *Psychological Medicine*. 15, 243-254.

STANFELD, S.; CLARK, C.R.; TURPIN, G.; JENKINS, L.M.; TARNAPOLSKY, A. (1985). Sensitivity to Noise in a Community Sample: II. Measurement of psychophysiological indices. *Psychological Medicine*. 15, 255-263.

TAFALLA, R.J. (1990). Noise, Physiology and Human Performance: The potential role of effort. *Disertation Abstracts International*. 51(3), 1551-B.

TAFALLA, R.J.; EVANS, G.W.; CHEN, A. (1988). Noise and Human Performance: The potential role of effort. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.

TAKATA, Y.; NABELEK, A.K. (1990). English Consonant Recognition in Noise and in Reverberation by Japanese and American Listeners. *Journal Acoustic of Society American*. 88(2), 663-666.

TARNAPOLSKY, A.; BARKER, S.M.; WIGGINS, R.D.; Mc LEAN, E.K. (1978). The Effects of Aircraft Noise on the Mental Health of Community Sample: A pilot study. *Psychological Medicine*. 8, 219-233.

TARNAPOLSKY, A.; MORTON-WILLIAMS, J. (1980). Aircraft Noise and Prevalence of Psychiatric Disorders. *Research Report. Social and Community Planning Research*. London.

TULVING, E. (1962). The Effect of Alphabetical Subjetive Organization on Memorizing Unrelated Words. *Canadian Journal of Psychology*. 16, 185-191.

TULVING, E. (1966). Organización Subjetiva y Efectos de la Repetición en el Aprendizaje de Recuerdo Libre con varios Ensayos. En: Sebastian, M.V. (Ed). *Lecturas de Psicología de la Memoria*. Madrid: Alianza Universal.

TYLER, R.S.; SMITH, P.A. (1983). Sentence Identification in Noise and Hearing-Handicap Questionnaires. *Scandinavian Audiology*. 12, 285-292.

VACCARI, V.; PRECERUTTI, G. (1988). Industrial Continuous Noise, Socioacusia and Hearing Loss Today. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.

VITELES, M.; SMITH, K.R. (1946). An Experimental Investigation of the Effect of Change in Atmospheric Conditions and Noise upon Performance. *Heating, Diping and Air Conditioning*. 18, 107- 112.

VON WRIGHT, J.; VAURAS, M. (1980). Interactive Effects of Noise and Neuroticism on Recall from Semantic Memory. *Scandinavian Journal of Psychology*. 21, 97-101.

WAUGHT, N.C.; NORMAN, D.A. (1965). Primary Memory. *Psychological Review*. 92, 89-104.

WEINSTEIN. (1978). Individual Differences in Reaction to Noise: A longitudinal study in a college dormitory. *Journal of Applied Psychology*. 63(4), 458-466.

WEN-KUI, L.; DONG. (1988). The Necessity of Controlling Noise from the Electrocardiography (ECG) and Rheoencephologram (REG) Changes of Workers Exposed to the Industrial Noise. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.

WHITE, R.T.; KELLY, M.E. (1978). Measurement of Categorical Clustering in Free Recall. *British Journal of Psychology*. 69, 451-465.

WILDING, J.M.; MOHINDRA, N. (1980). Effects of Subvocal Suppression, Articulating Aloud and Noise on Sequence Recall. *British Journal of Psychology*. 71, 247-261.

WILDING, J.M.; MOHINDRA, N. (1983). Noise Slows Phonological Coding and Maintenance Rehearsal: An explanation for some effects of noise on memory. In: *Proceedings of 4th International Congress of Noise as a Public Health Problem*.

WILKINS, A.T. (1971). Conjoint Frequency, Category Size, and Categorization Time. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 10, 382-385.

WILKINSON, R.T. (1963). Interaction of Noise with Knowledge of Results and Sleep Deprivation. *Journal of Experimental Psychology*. 66, 332-337.

WOODHEAD, M.M. (1964). The Effects of Bursts of Noise on an Arithmetic Task. *American Journal of Psychology*. 77, 627-633.

WU, T.N.; HUANG, J.T.; CHOU, P.F.; CHANG, P.Y. (1988). Effects of Noise Exposure and Task Demand on Cardiovascular Function. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.

WYON, D. (1970). Studies of Children under Imposed Noise and Heat Stress. *Ergonomics*. 13, 598-612.

YANO, T; KOBAYASHI, A. (1988). Disturbance Caused by Various Noises and the Effect of Background Noise on Disturbance. In: *Proceedings of International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Stockholm.

ZWICKER, E. (1985). What is a Meaningful Value for Quantifying Noise Reduction. In: *Proceedings of International Noise '85*. 1, 47-56.

ANEXOS .

ANEXO 1.

**LISTA DE PALABRAS CORRESPONDIENTES
AL ESTUDIO EXPERIMENTAL SOBRE LOS
EFECTOS DEL RUIDO EN EL RENDIMIENTO
EN UNA TAREA DE RECUERDO DE LISTAS
DE PALABRAS CATEGORIZADAS.**

LISTA A.

1. LEY
2. CAMARERO
3. BOLIGRAFO
4. PEPINO
5. FILOSOFO
6. CORRELACION
7. MERLUZA
8. TESIS
9. ANALISIS
10. VENDEDOR
11. CARPETA
12. RANA
13. INGENIERO
14. ORDENADOR
15. JAGUAR
16. INDUCCION
17. PUPITRE
18. CALCULO
19. ABEJA
20. PROFESOR

LISTA B.

1. ATUN
2. DEDUCCION
3. ENFERMERA
4. LASER
5. AXIOMA
6. ZANAHORIA
7. ESPECTROSCOPIO
8. DELINEANTE
9. RAPE
10. MEDIA
11. ABOGADO
12. CENTRIFUGADOR
13. ECONOMISTA
14. VARIABLE
15. PINGUINO
16. MULTIDETECTOR
17. BIOLOGO
18. EXPERIMENTO
19. CUCARACHA
20. MICROPROCESADOR

LISTA C.

1. ARANA
2. BIBLIOTECA
3. ACTOR
4. MICROORDENADOR
5. ARQUEOLOGO
6. BECA
7. AGUILA
8. RADAR
9. LAPIZ
10. FILOLOGO
11. ABISPA
12. ESTENOSCOPIO
13. PORTERO
14. CHIP
15. PIZARRA
16. NABO
17. SCANNER
18. SECRETARIA
19. FOTOCOPIADORA
20. LENTEJAS

ANEXO 2 .

**CUESTIONARIO PRE-SESIONES DEL
ESTUDIO EXPERIMENTAL SOBRE EFECTOS
DEL RUIDO EN EL RENDIMIENTO EN UNA
TAREA DE RECUERDO DE LISTAS DE
PALABRAS CATEGORIZADAS .**

DATOS DE IDENTIFICACION.

Nombre y Apellidos: _____
Edad: _____
Sexo: _____

LUGAR HABITUAL DE RESIDENCIA:

- Centro de la ciudad: _____
- Afueras de la ciudad: _____
- Campo: _____

CONSIDERA SU LUGAR DE RESIDENCIA COMO:

- Muy ruidoso: _____
- No particularmente ruidoso: _____
- Con un nivel de ruido confortable: _____

OCUPACION ACTUAL: _____

SI ES ESTUDIANTE INDIQUE LA PROFESION DE SUS PADRES:

- Madre: _____
- Padre: _____

CONSIDERA SU LUGAR DE ESTUDIO/TRABAJO COMO:

- Muy ruidoso: _____
- No particularmente ruidoso: _____
- Con un nivel de ruido confortable: _____

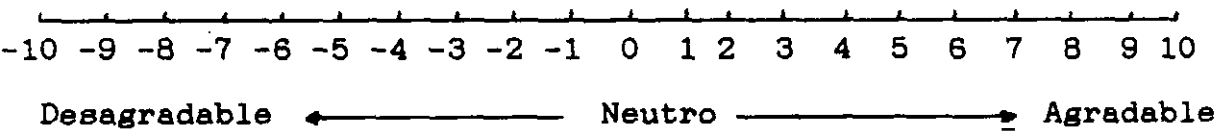
EN QUE CONDICIONES DE SONIDO PREFIERE LLEVAR A CABO LAS SIGUIENTES ACTIVIDADES:

	CON SONIDO DE MUSICA	EN SILENCIO	CON SONIDO DE TALADRO ELECTRICO
LEER			
CHARLAR CON AMIGOS			
ESTUDIAR			
HACER TRABAJOS MANUALES			
HACER TRABAJOS QUE REQUIERAN CONCENTRACION			
PENSAR			

COLOQUE LAS CONDICIONES DE SONIDO ANTES MENCIONADAS POR ORDEN DE PREFERENCIA, DE LA MAS A LA MENOS PLACENTERA:

1° _____>2° _____>3° _____

AHORA DEBE COLOCAR ESTAS CONDICIONES EN LA SIGUIENTE ESCALA DE VALORES:



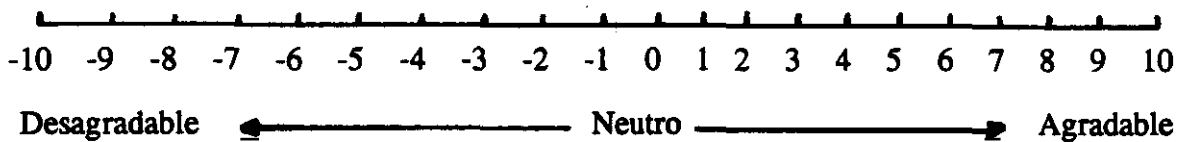
ANEXO 3.

**CUESTIONARIOS POST-SESIONES DEL
ESTUDIO EXPERIMENTAL SOBRE EFECTOS
DEL RUIDO EN EL RENDIMIENTO EN UNA
TAREA DE RECUERDO DE LISTAS DE
PALABRAS CATEGORIZADAS.**

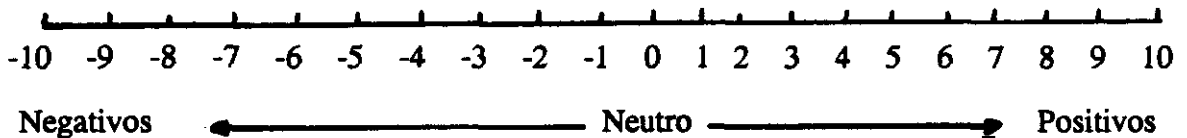
CUESTIONARIO POST-SESION

Nombre y Apellidos: _____

Marque en la siguiente escala de valores su opinión sobre el nivel de agrado/desagrado que le produjo el tener que realizar la tarea escuchando **MUSICA CLASICA**.



Marque en la siguiente escala en qué medida cree Usted que esta situación tuvo efectos sobre su rendimiento.



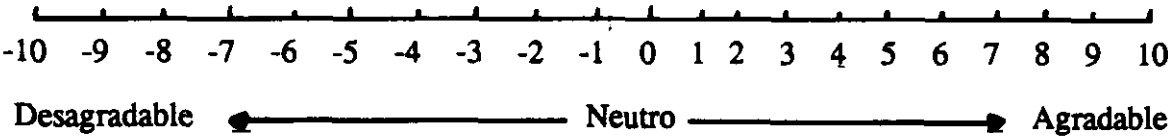
De acuerdo con la respuesta que dio a la pregunta anterior, cuál o cuáles de los siguientes aspectos cree Usted que se vieron influidos por la presencia de la **MUSICA CLASICA**.

- La capacidad para prestar atención a las palabras presentadas:
- La cpacidad para recordarlas:
- La capacidad para procesar y organizar la información presentada:
- Otras (Cuáles): _____

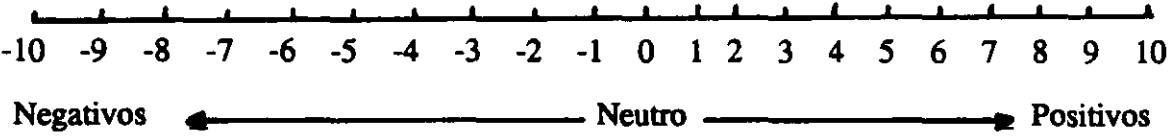
CUESTIONARIO POST-SESION

Nombre y Apellidos: _____

Marque en la siguiente escala de valores su opinión sobre el nivel de agrado/desagrado que le produjo el tener que realizar la tarea escuchando el sonido del TALADRO ELECTRICO.



Marque en la siguiente escala en qué medida cree Usted que esta situación tuvo efectos sobre su rendimiento.



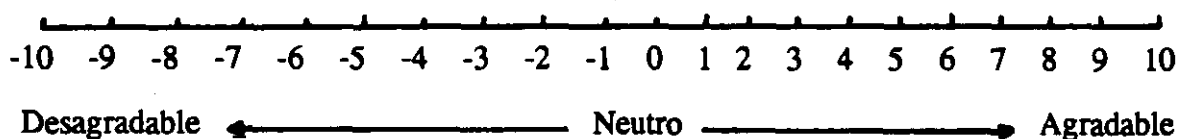
De acuerdo con la respuesta que dio a la pregunta anterior, cuál o cuáles de los siguientes aspectos cree Usted que se vieron influidos por la presencia del sonido del TALADRO ELECTRICO.

- La capacidad para prestar atención a las palabras presentadas:
 - La cpacidad para recordarlas:
 - La capacidad para procesar y organizar la información presentada:
 - Otras (Cuáles): _____
- _____

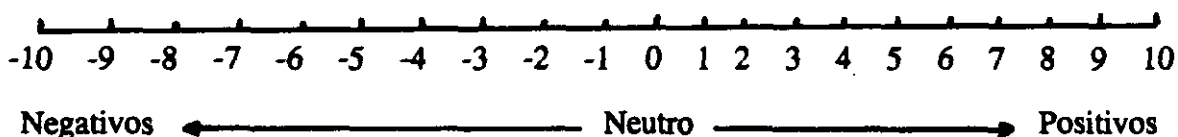
CUESTIONARIO POST-SESION

Nombre y Apellidos: _____

Marque en la siguiente escala de valores su opinión sobre el nivel de agrado/desagrado que le produjo el tener que realizar la tarea en SILENCIO.



Marque en la siguiente escala en qué medida cree Usted que esta situación tuvo efectos sobre su rendimiento.



De acuerdo con la respuesta que dio a la pregunta anterior, cuál o cuáles de los siguientes aspectos cree Usted que se vieron influidos por el SILENCIO.

- La capacidad para prestar atención a las palabras presentadas:
- La cpacidad para recordarlas:
- La capacidad para procesar y organizar la información presentada:
- Otras (Cuáles): _____

ANEXO 4 .

**RESULTADOS Y ANALISIS DEL ESTUDIO
EXPERIMENTAL SOBRE LOS EFECTOS DEL
RUIDO EN EL RENDIMIENTO EN UNA TAREA
DE RECUERDO DE LISTAS DE PALABRAS
CATEGORIZADAS.**

NUMERO DE PALABRAS RECORDADAS CORRECTAMENTE.

CELL MEANS FOR 1-ST DEPENDENT VARIABLE.

GRUPO	SONIDO			MARGINAL
	1 PC1	2 PC2	3 PC3	
*1.00000	10.84615	8.15385	10.69231	9.89744
*2.00000	10.50000	10.00000	11.25000	10.58333
*3.00000	8.61538	10.38462	10.38462	9.79487
*4.00000	11.00000	11.16667	9.25000	10.47222
*5.00000	12.00000	12.15385	10.92308	11.69231
*6.00000	12.30769	10.00000	10.00000	10.76923
MARGINAL	10.88158	10.30263	10.42105	10.53509

STANDARD DEVIATIONS FOR 1-ST DEPENDENT VARIABLE.

GRUPO	SONIDO		
	1 PC1	2 PC2	3 PC3
*1.00000	2.23033	2.19285	1.70219
*2.00000	2.46798	2.55841	2.76751
*3.00000	2.53438	2.81480	2.95912
*4.00000	2.66288	3.32575	3.19446
*5.00000	2.48328	3.26206	2.01914
*6.00000	3.42502	2.91548	2.61406

ANALYSIS OF VARIANCE FOR 1-ST DEPENDENT VARIABLE - PC1 PC2
PC3.

	SOURCE	SUM OF SQUARES	DEGRESS OF FREEDOM	MEAN SQUARE	F
	MEAN	25268.38542	1	25268.38542	1766.02
1	GRUPO	91.81759	5	18.36352	1.28
	ERROR	1001.56838	69	14.30812	
	SON	13.84985	2	6.92492	1.80
2	SG	166.74651	10	16.67465	4.34
	ERROR	538.36752	140	3.84548	

NUMERO DE ERRORES COMETIDOS.

CELL MEANS FOR 1-ST DEPENDENT VARIABLE.

GRUPO	SONIDO			MARGINAL
	1 E1	2 E2	3 E3	
*1.00000	0.23077	0.46154	0.23077	0.30769
*2.00000	1.41667	0.66667	1.00000	1.02778
*3.00000	0.53846	0.07692	0.84615	0.48718
*4.00000	0.50000	0.75000	1.00000	0.75000
*5.00000	0.61538	0.84615	0.46154	0.64103
*6.00000	0.61538	0.61538	0.30769	0.51282
MARGINAL	0.64474	0.56579	0.63158	0.61404

STANDARD DEVIATIONS FOR 1-ST DEPENDENT VARIABLE.

GRUPO	SONIDO		
	1 E1	2 E2	3 E3
*1.00000	0.43853	0.77625	0.43853
*2.00000	1.56428	0.65134	1.04447
*3.00000	0.77625	0.27735	0.98710
*4.00000	0.67420	1.28806	1.04447
*5.00000	0.96077	0.80064	0.66023
*6.00000	0.65044	0.86972	0.48038

ANALYSIS OF VARIANCE FOR 1-ST DEPENDENT VARIABLE - E1 E2 E3.

	SOURCE	SUM OF SQUARES	DEGREES OF FREEDOM	MEAN SQUARE	F
	MEAN	87.82444	1	87.82444	88.04
1	GRUPO	11.54363	5	2.30873	2.31
	ERROR	69.82479	69	0.99750	
	SON	0.30879	2	0.15439	0.26
2	SG	10.77081	10	1.07708	1.85
	ERROR	81.62393	140	0.58303	

INDICE ARC.

CELL MEANS FOR 1-ST DEPENDENT VARIABLE.

GRUPO	SONIDO			MARGINAL
	1 ARC1	2 ARC2	3 ARC3	
*1.00000	-0.06147	0.14313	-0.22718	-0.04851
*2.00000	-0.02713	0.03189	0.01435	0.00637
*3.00000	0.28911	-0.22712	0.13112	0.06437
*4.00000	-0.07003	0.18833	0.19166	0.02223
*5.00000	0.35543	0.06163	-0.19875	0.07277
*6.00000	-0.08470	-0.18274	-0.37152	-0.21298
MARGINAL	0.06991	-0.05978	-0.08145	-0.02378

STANDARD DEVIATIONS FOR 1-ST DEPENDENT VARIABLE.

GRUPO	SONIDO		
	1 ARC1	2 ARC2	3 ARC3
*1.00000	0.48890	0.58718	0.46182
*2.00000	0.49173	0.36244	0.41104
*3.00000	0.34626	0.54433	0.36129
*4.00000	0.40944	0.49126	0.54292
*5.00000	0.23490	0.40552	0.40324
*6.00000	0.36773	0.50786	0.61873

ANALYSIS OF VARIANCE FOR 1-ST DEPENDENT VARIABLE - ARC1 ARC2
ARC3.

	SOURCE	SUM OF SQUARES	DEGREES OF FREEDOM	MEAN SQUARES	F
	MEAN	0.12433	1	0.12433	0.63
1	GRUPO	2.11940	5	0.42388	2.16
	ERROR	13.72509	69	0.19607	
	SON	0.93721	2	0.46860	2.19
2	SG	5.17611	10	0.51761	2.42
	ERROR	30.00313	140	0.21431	

ANEXO 5 .

**GRAFICOS UTILIZADOS PARA EL CALCULO
DE LA SONORIDAD EN EL ESTUDIO
EXPERIMENTAL SOBRE LOS EFECTOS DEL
RUIDO EN EL RENDIMIENTO EN TAREAS DE
COMPRESION LECTORA Y RECUERDO DE
TEXTOS .**

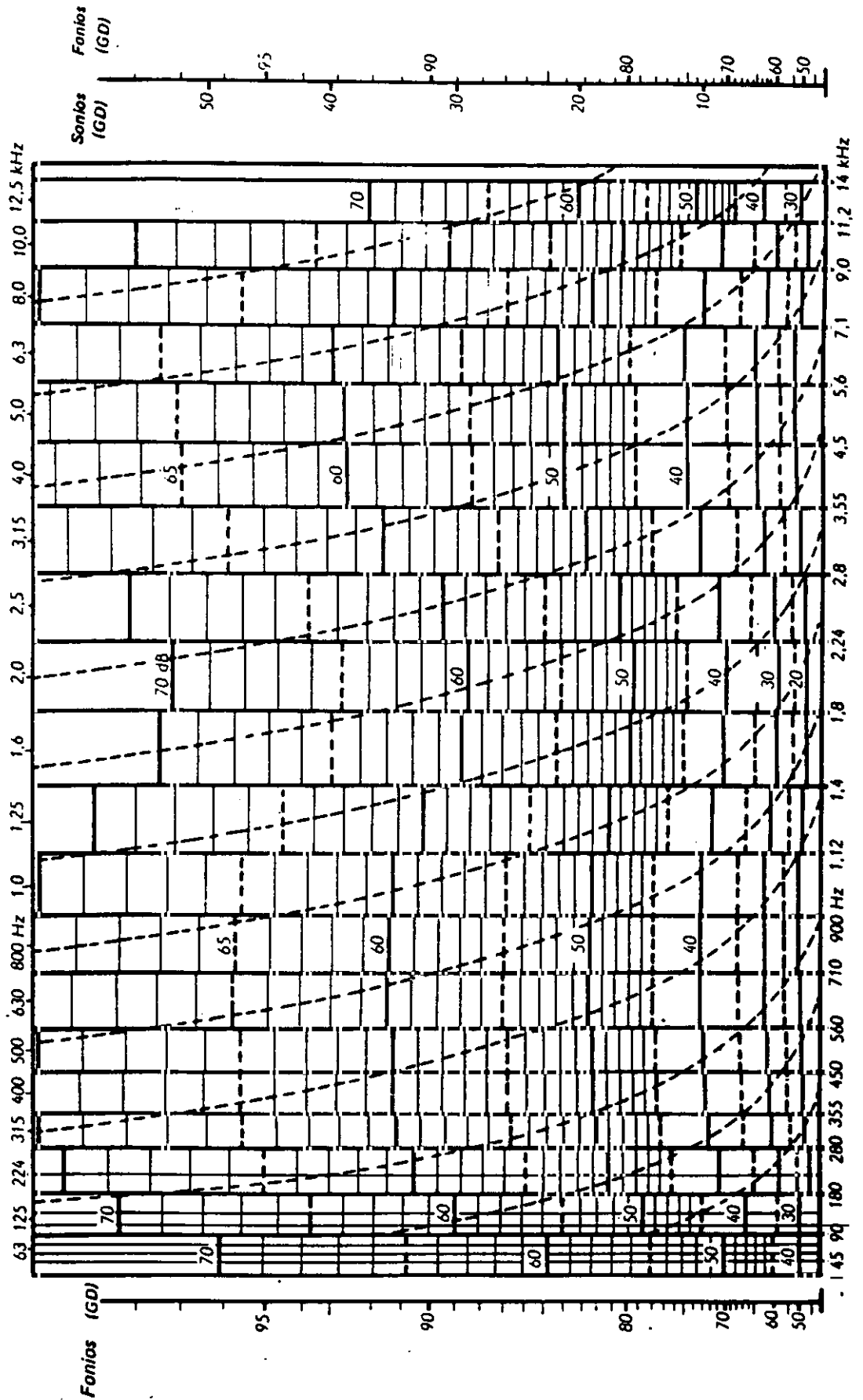


Fig. 9

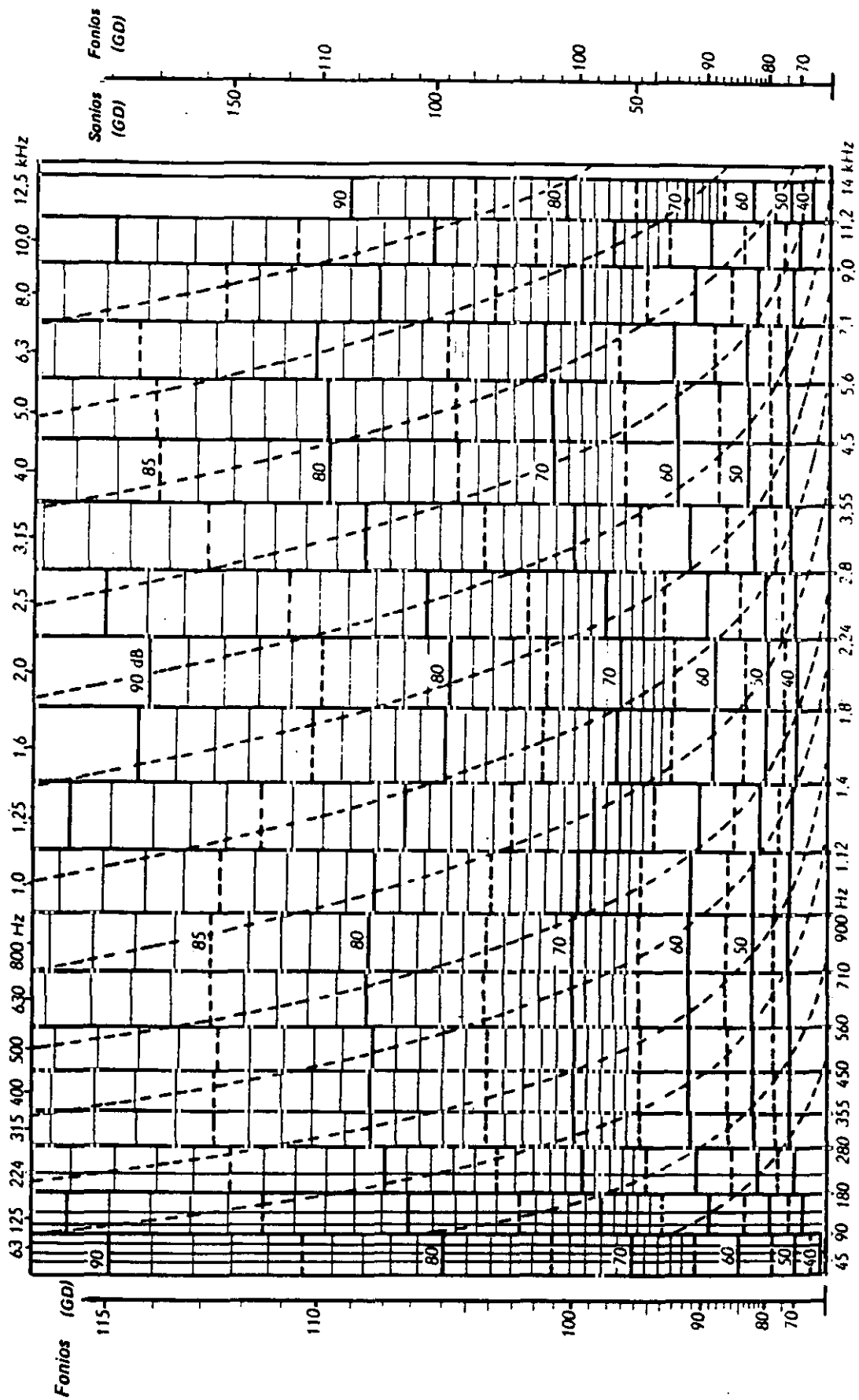


Fig. 10

ANEXO 6 .

**CALCULO DEL NIVEL DE SONORIDAD EN EL
ESTUDIO SOBRE LOS EFECTOS DEL RUIDO
EN EL RENDIMIENTO EN TAREAS DE
COMPRESION LECTORA Y RECUERDO DE
TEXTOS.**

81 (sonios(6b))

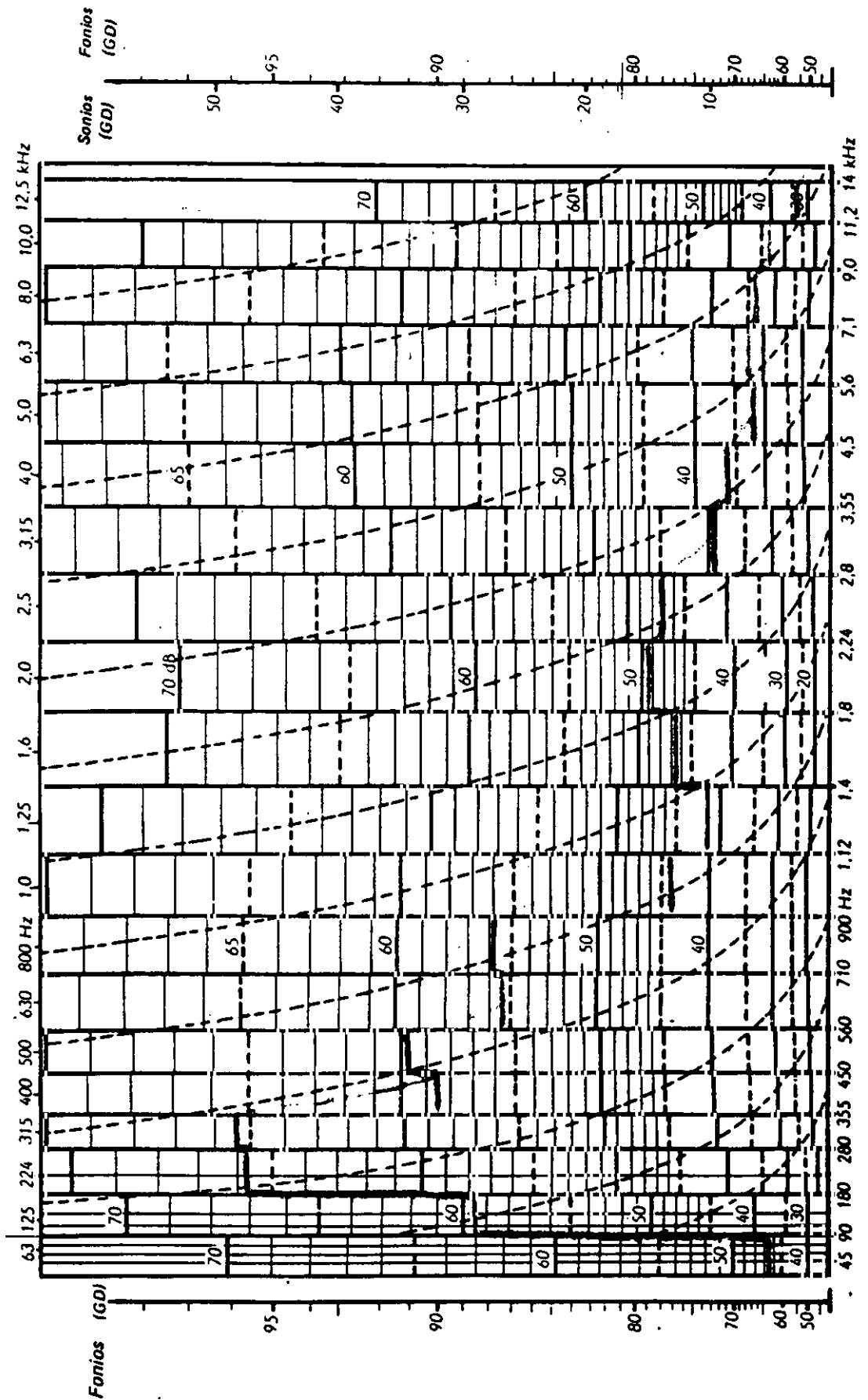


Fig. 9

85 (mno: 61)

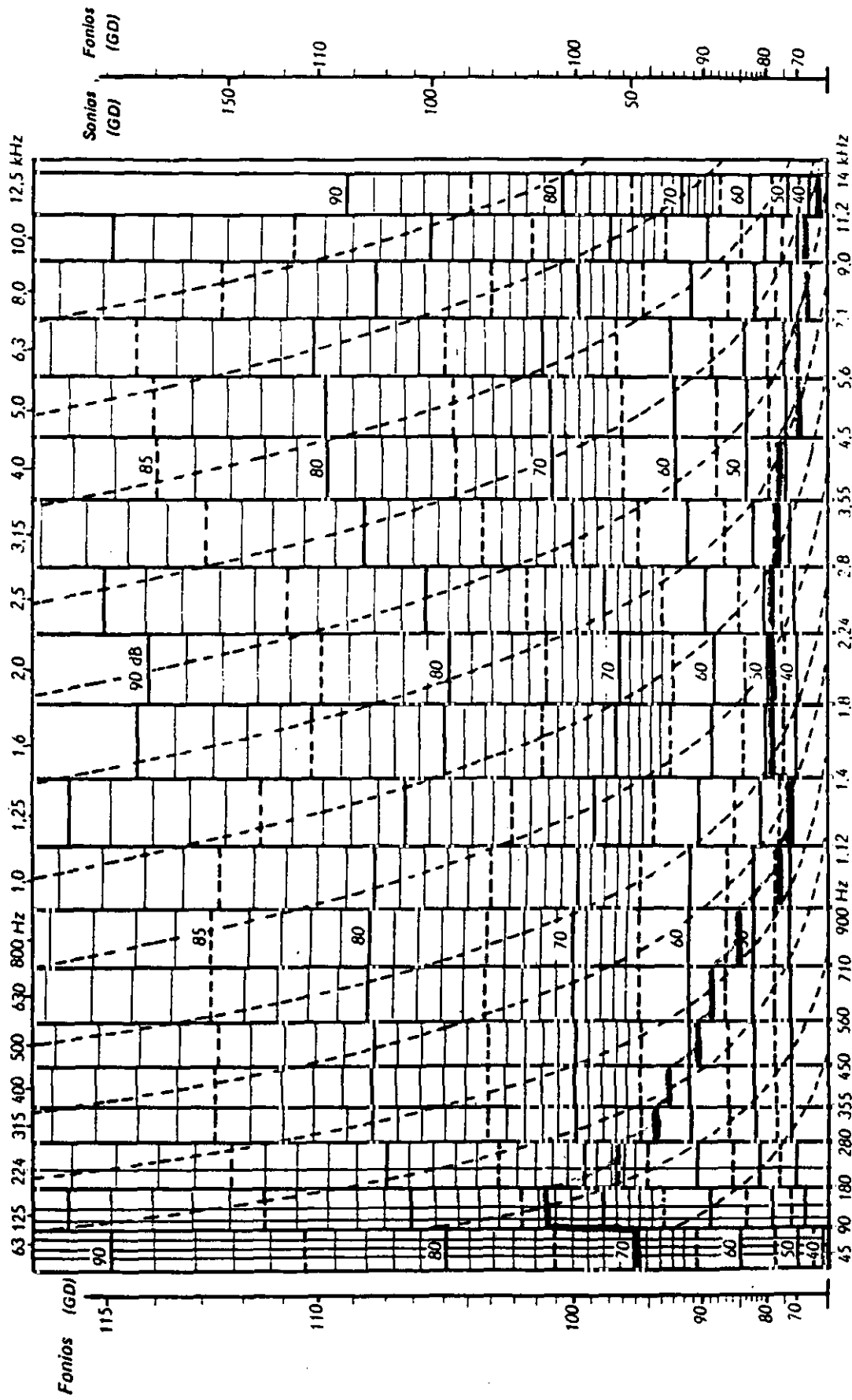


Fig. 10

81,4 Fonios (GD)

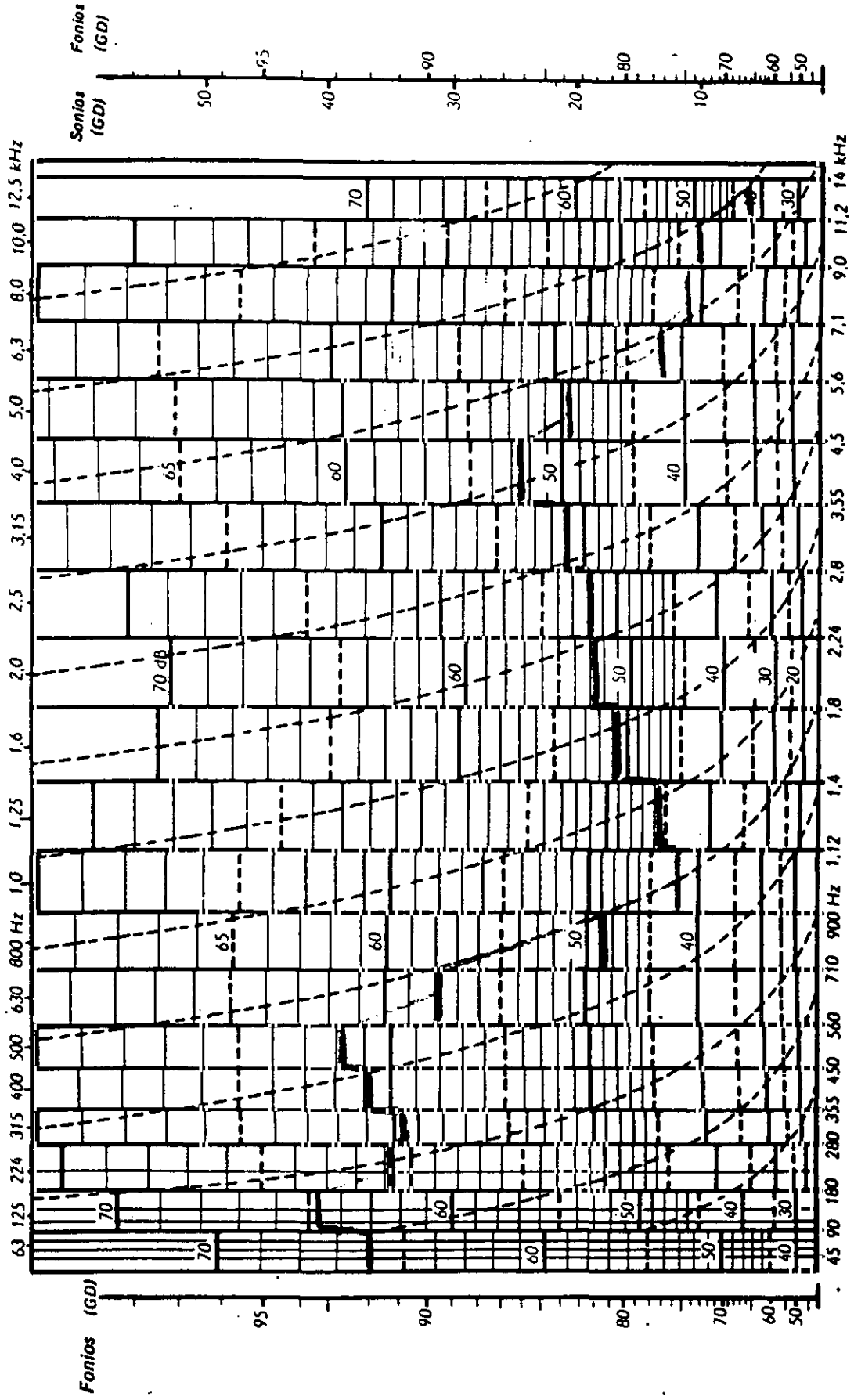


Fig. 9

82,3 Jon 1971 (GD)

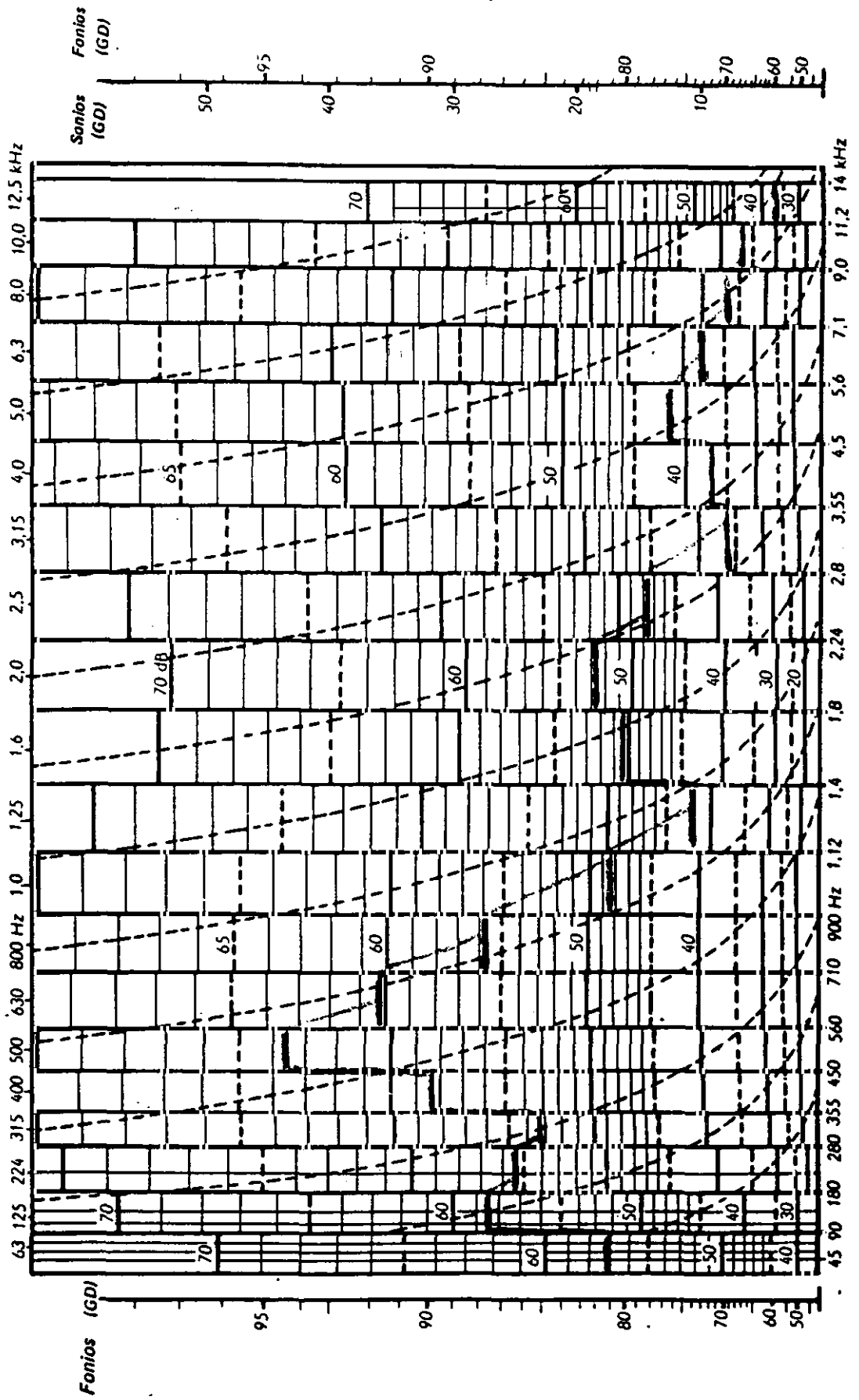


Fig. 9

ANEXO 7.

**TEXTOS CORRESPONDIENTES AL ESTUDIO
EXPERIMENTAL SOBRE LOS EFECTOS DEL
RUIDO EN EL RENDIMIENTO EN UNA TAREA
DE COMPRENSION LECTORA Y RECUERDO
DEL CONTENIDO DE TEXTOS.**

TRAFICO URBANO.

La regulación del tráfico urbano ha alcanzado un punto crítico. Esta regulación, que se efectúa con la ayuda de los semáforos, consiste en cambiar el encendido de sus colores en una parte o en la totalidad de la red.

La finalidad es ofrecer al usuario las mejores condiciones de circulación. De este modo, los especialistas aspiran a mejorar la fluidez, reduciendo los tiempos de recorrido y evitando los atascos, y a aumentar la seguridad de la circulación.

De hecho, desde hace varios decenios, la mayoría de las grandes ciudades del mundo están equipadas con sistemas de regulación informatizados que controlan automáticamente los semáforos.

El nuevo experimento intentado en este momento en Berlín y en Londres, con ayuda de vehículos testigos equipados con instrumentos Siemens y denominado LISB, constituye un importante paso adelante. Aquí ya no se trata solamente de "regular" el tráfico, sino también de guiar a los automóviles, proponiendo al conductor el mejor trayecto entre dos puntos, precisamente en función del estado del tráfico. Así, un sistema de conducción viene a incorporarse al dispositivo de regulación ya existente.

Todos los sistemas de regulación que existen en la actualidad se basan en lo que se denomina Planes de Semáforos. Son semáforos situados en los cruces los que ordenan la detención o el paso de los vehículos. Estos Planes de Semáforos están determinados por las duraciones del verde y los intervalos entre cambios.

La regulación puede hacerse en tiempo fijo. En este sistema, un ordenador central se encarga de gestionar la regulación y escoge en la biblioteca de planes de semáforos, en función de los datos que recibe del tráfico, la mejor solución teórica correspondiente al tráfico real. Este sistema puede reducir hasta un 25% los tiempos de recorrido a los vehículos.

Pero la regulación también puede hacerse en tiempo real. En este caso, unos sistemas más complicados elaboran en cada instante la solución que ponen en práctica, en lugar de escogerla de una biblioteca. La regulación en tiempo real muestra un ahorro de tiempo de un 7% superior respecto a los de tiempo fijo.

DESFASE HORARIO.

Como sabemos, el funcionamiento fisiológico y psicofisiológico del organismo obedece a una ritmicidad.

La manifestación más evidente es la alternancia de la vigilia y el sueño, pero el resto de las funciones del organismo también siguen unos ritmos de período, amplitud y fase bien definidos. Ejemplos de estas funciones son la temperatura corporal, las secreciones hormonales, el rendimiento cerebral y la fuerza muscular.

Esta actividad rítmica está dictada por varios relojes biológicos, la mayoría situados en el sistema nervioso central. Algunos ya han sido localizados, así, el grupo de núcleos supraquiasmáticos del hipotálamo gobierna ritmos como la temperatura corporal, las secreciones endocrinas y la respiración. La glándula pineal, llamada también "tercer ojo", controla la secreción de la melatonina. Por último, se han descrito otros relojes biológicos en los núcleos arqueados.

Tenemos varios ritmos que, aún cuando son independientes, están conectados, y su sincronización es esencial para el funcionamiento global del organismo. Para ello, el organismo utiliza las informaciones procedentes del medio ambiente, especialmente las señales luminosas periódicas.

Pero la señal que realmente domina en el hombre es la alternancia de actividad y reposo ligada a los imperativos horarios de nuestra vida social.

En ausencia de la sincronización, o cuando ésta se modifica a consecuencia, por ejemplo, de una diferencia horaria, se produce un desfase de los ritmos.

Como cualquier proceso biológico, el ajuste a un nuevo ciclo de actividad-reposo no es instantáneo. La velocidad de ajuste depende de:

- 1.- La variable fisiológica considerada. Por ejemplo, el ritmo vigilia-sueño se reajusta en un período de unos 2 a 5 días; el ritmo de temperatura en unos 7 días, y la actividad de las glándulas suprarrenales tarda entre 5 y 15 días.
- 2.- Las diferencias individuales.
- 3.- El sentido del cambio horario.

Para el ser humano lo ideal es que el período transitorio de ajuste sea lo más rápido posible. Se han hecho muchos intentos por descubrir una píldora que permita modificar todos los ritmos circadianos, de forma que se reajusten instantáneamente los ritmos biológicos al nuevo horario. Este medicamento aún no ha sido hallado, pero los progresos han sido considerables.

EL RECONOCIMIENTO DE LOS ROSTROS.

Cada día nos encontramos con una infinidad de objetos que podemos definir con una palabra, pero además nos encontramos con una gran cantidad de objetos que reconocemos aún cuando no sepamos su nombre preciso.

El reconocimiento del objeto que llamamos "rostro" es un proceso complejo y los rostros parecen prestarse mejor que los demás objetos a ser reconocidos. El ser humano es capaz de distinguir millares de rostros distintos a pesar de que los rasgos de cada uno de ellos difieren muy poco entre sí en el plano estructural. Esta habilidad ha dado lugar a la idea de que debe haber mecanismos específicos para el reconocimiento de rostros.

En primer lugar debemos precisar en qué sentido empleamos el concepto "especificidad". El término especificidad no será entendido de la manera que lo hacen los biólogos como una propiedad que se limita a una especie determinada, será entendido como la manera propia y específica en que son tratados los rostros humanos respecto a la manera de tratar otros estímulos no verbales de igual complejidad.

Los rostros forman parte de lo que se denomina como estímulos visuales complejos no verbales, por oposición a los estímulos verbales que son las letras o las palabras.

A pesar de que los rostros se consideran como estímulos no verbales, hay algunos trabajos en los que se tiende a comparar el tratamiento que dá el hombre a los rostros con el que dá a las palabras.

En principio, y durante un largo período, los investigadores no usaron más que rostros desconocidos para estudiar la percepción o la memorización, pero pronto vieron que también era necesario analizar los mecanismos de tratamiento de rostros familiares. La similitud con los trabajos de psicología social sobre reconocimiento de palabras es evidente: en ambos casos se trata de estudiar la percepción o la memorización de estímulos conocidos por el sujeto.

Las etapas del proceso de tratamiento de los rostros son dos. Una primera etapa durante la que el sujeto decide que lo que percibe es un rostro humano: es la etapa de categorización o decisión facial. Le sigue la etapa descomponible o de individualización, cuya finalidad es el reconocimiento y la denominación del rostros percibido.

D.S.

DESORDENES OBSESIVO-COMPULSIVOS (DOC) .

Si bien es cierto que los términos obsesivo y compulsivo forman parte del lenguaje ordinario de la mayoría de las personas, en este artículo no los entenderemos en el sentido cotidiano de su uso.

La enfermedad obsesivo-compulsiva constituye un problema psiquiátrico crónico y grave. Se entiende por obsesiones aquellos impulsos, pensamientos o ideas recurrentes y persistentes que se experimentan como de carácter intrusista y carentes de sentido. Por su parte, las compulsiones son comportamientos repetitivos e intencionados, percibidos como innecesarios, acometidos en respuesta a una obsesión de una forma estereotipada.

Los desórdenes obsesivo-compulsivos se caracterizan por la necesidad apremiante de lavarse, comprobar las puertas para asegurarse de que están cerradas, comprobar los interruptores para convencerse de que están apagados, contar repetidamente, etc.

La diferencia entre los desórdenes obsesivo-compulsivos y las formas suaves de compulsión observadas en personas sanas reside en su intensidad y tiempo. Así, en los desórdenes obsesivo-compulsivos los comportamientos se han acentuado tanto, y ocupan tanta porción del tiempo de las personas, que interfieren de modo considerable en la vida cotidiana del individuo, impidiéndole ir a la escuela, al trabajo o cumplir con sus obligaciones sociales.

Los desórdenes obsesivo-compulsivos son mucho más frecuentes de lo que en principio se pensó. Recientemente, se midió en Estados Unidos la incidencia de los desórdenes obsesivo-compulsivos, los resultados pusieron de manifiesto que la incidencia general de desórdenes obsesivo-compulsivos oscila entre el 1,9% y el 3,3%, esto significa que hay de 4 a 6 millones de personas en Estados Unidos que sufren de este transtorno.

Los pacientes con desórdenes obsesivo-compulsivos pueden recibir dos tipos de tratamientos.

El primero consiste en la terapia de comportamiento que conlleva una exposición repetida al estímulo que desencadena los actos rituales.

El segundo tipo de tratamiento consiste en la administración de medicamentos. Tres son los medicamentos que se han mostrado eficaces, son: la clorimipramina, la fluvoxamina y la fluoxetina.

E. L. R.

PERSPECTIVA ETOLOGICA DE LOS DESORDENES OBSESIVO-COMPULSIVOS.

Muchas de las conductas presentadas por los pacientes con desórdenes obsesivo-compulsivos recuerdan a los modelos de acción predeterminada descritos por Konrad Lorenz.

Es obvio que los estímulos físicos y culturales influyen en los síntomas de un paciente con desórdenes obsesivo-compulsivos, pero el aspecto ritualizado del comportamiento, su sorprendente uniformidad y la similitud que existe entre los síntomas de los niños y los adultos sugieren una preprogramación biológica.

Además de estos aspectos, hay otros rasgos en las obsesiones y compulsiones que sustentan la hipótesis de que dichos transtornos tienen una base biológica. Por una parte, la enfermedad ocurre con mayor frecuencia entre los parientes de personas con desórdenes obsesivo-compulsivos que entre la población general. Además, ciertas asociaciones entre los desórdenes obsesivo-compulsivos y alteraciones de origen nervioso parecen apuntar hacia una perturbación anatómica del sistema nervioso.

Desde 1986, se ha comprobado que los desórdenes obsesivo-compulsivos se presentan conjuntamente con otras enfermedades nerviosas, tales como: corea de Sydenham, epilepsia, Parkinson y lesiones tóxicas de los ganglios basales.

Existe la posibilidad de que, en los pacientes obsesivo-compulsivos, haya una alteración de los puntos intermedios de paso que "cortocircuitan" el sistema que pone el estímulo en conexión con la conducta emitida por el individuo, liberando así unos patrones de conducta preprogramados que estaban almacenados.

En ciertas investigaciones se han obtenido pruebas que muestran una implicación del circuito de los ganglios basales en los desórdenes obsesivo-compulsivos, aún cuando el mecanismo preciso por el que se generan los síntomas está todavía por descubrir.

La hipótesis planteada sobre las posibles bases biológicas de los desórdenes obsesivo-compulsivos es la siguiente:

Los ganglios basales son el depósito de unidades de comportamiento que se han ido originando a lo largo de la evolución, comportamientos estos efectivos para la supervivencia del individuo. Quizás, bajo la acción del estrés, estos paquetes de información conductual se acoplan con ciertos estímulos percibidos como peligrosos, y una vez que el sistema se pone en marcha no puede ser interrumpido voluntariamente por el individuo, aún cuando la lógica le indique lo contrario.

ANEXO 8 .

**RESULTADOS Y ANALISIS DEL ESTUDIO
EXPERIMENTAL SOBRE LOS EFECTOS DEL
RUIDO EN EL RENDIMIENTO EN TAREAS DE
COMPRESION LECTORA Y RECUERDO DEL
CONTENIDO DE TEXTOS.**

NUMERO TOTAL DE RESPUESTAS CORRECTAS EN FUNCION DE LAS CONDICIONES SONORAS Y DEL TIPO DE PRUEBA REALIZADA.

SONIDO	PRUEBA REALIZADA		TOTAL	PROMEDIO
	MEMORIA	COMPENSION		
MUSICA	41	92	133	3,325
TRAFICO	34	101	135	3,375
PAJAROS	48	102	150	3,750
TALADRO	43	95	138	4,450
SILENCIO	59	109	168	4,200
TOTAL	225	499	724	
PROMEDIO	1,125	2,495	3,62	

NUMERO TOTAL DE RESPUESTAS CORRECTAS.

BMDP3S-NONPARAMETRIC STATISTICS

FRIEDMAN TWO-WAYS ANALYSIS OF VARIANCE TEST RESULTS

VARIABLE NAMES	RAN SUM
NRC1	104.0
NRC2	105.5
NRC3	125.5
NRC4	115.5
NRC5	149.5

FRIEDMAN TEST STATISTIC = 13.87
 LEVEL OF SIGNIFICANCE = 0.0077

BMDP3D-T-TESTS

VARIABLE	MEAN	STD DEV	MAXIMUM	MINIMUM
NRC1	3.3250	1.2687	5.0000	0.0000
NRC2	3.3750	1.0546	5.0000	1.0000
NRC3	3.7500	1.1266	5.0000	2.0000
NRC4	3.4500	1.0849	5.0000	2.0000
NRC5	4.2000	1.0178	5.0000	1.0000

VARIABLE	WILCOXON	P-VALUE
NRC1-NRC2	205.0	0.7803
NRC1-NRC3	87.5	0.0686
NRC1-NRC4	203.5	0.5348
NRC1-NRC5	81.0	0.0009
NRC2-NRC3	182.5	0.1197
NRC2-NRC4	214.0	0.6926
NRC2-NRC5	109.5	0.0033
NRC3-NRC4	129.5	0.1374
NRC3-NRC5	52.5	0.0130
NRC4-NRC5	90.0	0.0027

NUMERO DE RESPUESTAS CORRECTAS MEMORIA.

BMDP3S-NONPARAMETRIC STATISTICS

FRIEDMAN TWO-WAY ANALYSIS OF VARIANCE TEST RESULTS

VARIABLE NAME	RANK SUM
NRCM1	109.5
NRCM2	101.0
NRCM3	127.0
NRCM4	115.5
NRCM5	147.0

FRIEDMAN TEST STATISTIC = 12.70
LEVEL OF SIGNIFICANCE = 0.0129

BMDP3D-T-TESTS

VARIABLE	MEAN	STD DEV	MAXIMUM	MINIMUM
NRCM1	1.0250	0.7334	2.0000	0.0000
NRCM2	0.8500	0.6998	2.0000	0.0000
NRCM3	1.2000	0.7232	2.0000	0.0000
NRCM4	1.0750	0.7642	2.0000	0.0000
NRCM5	1.4750	0.6400	2.0000	0.0000

VARIABLE	WILCOXON	P-VALUE
NRCM1-NRCM2	110.0	0.2131
NRCM1-NRCM3	125.5	0.2830
NRCM1-NRCM4	162.5	0.7145
NRCM1-NRCM5	70.5	0.0040
NRCM2-NRCM3	80.5	0.0366
NRCM2-NRCM4	133.5	0.1489
NRCM2-NRCM5	27.0	0.0002
NRCM3-NRCM4	137.5	0.4767
NRCM3-NRCM5	21.0	0.0165
NRCM4-NRCM5	73.5	0.0106

NUMERO DE RESPUESTAS CORRECTAS COMPRENSION.

BMDP3S-NONPARAMETRIC STATISTICS

FRIEDMAN TWO-WAY ANALYSIS OF VARIANCE TEST RESULTS

VARIABLE NAME	RANK SUM
NRCC1	109.0
NRCC2	119.5
NRCC3	124.5
NRCC4	106.5
NRCC5	140.5

FRIEDMAN TEST STATISTIC = 7.44
LEVEL OF SIGNIFICANCE = 0.1144

BMDP3D-T-TESTS

VARIABLE	MEAN	STD DEV	MAXIMUN	MINIMUM
NRCC1	2.3000	0.8533	3.0000	0.0000
NRCC2	2.5250	0.6789	3.0000	1.0000
NRCC3	2.5500	0.6385	3.0000	1.0000
NRCC4	2.3750	0.6279	3.0000	1.0000
NRCC5	2.7250	0.6400	3.0000	0.0000

VARIABLE	WILCOXON	P-VALUE
NRCC1-NRCC2	98.5	0.2097
NRCC1-NRCC3	92.0	0.1410
NRCC1-NRCC4	142.5	0.5692
NRCC1-NRCC5	51.5	0.0210
NRCC2-NRCC3	145.0	0.8763
NRCC2-NRCC4	76.0	0.2350
NRCC2-NRCC5	69.5	0.1626
NRCC3-NRCC4	40.0	0.1083
NRCC3-NRCC5	54.0	0.1266
NRCC4-NRCC5	52.0	0.0087

NUMERO TOTAL DE ERRORES COMETIDOS EN FUNCION DE LAS CONDICIONES DE SONIDO, DEL TIPO DE PRUEBA REALIZADA, Y DEL TIPO DE ERROR.

TIPO DE ERROR.	PRUEBA.	CONDICIONES DE SONIDO					TOTAL	PRO.
		MUS.	TRAF.	PAJ.	TAL.	SIL.		
ERROR COMISION.	ME.	30	35	24	28	21	138	0,690
	COM.	28	19	18	25	11	101	0,505
TOTAL	E.C.	58	54	42	53	32	239	1,195
ERROR OMISION	ME.	9	11	9	9	0	38	0,190
	COM.	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	E.O.	9	11	9	9	0	38	0,190
TOTAL ERRORES		67	65	51	62	32	277	1,385
PROMEDIO		1,675	1,625	1,275	1,550	0,800		

NUMERO TOTAL DE ERRORES.

BMDP3S-NONPARAMETRIC STATISTICS

FRIEDMAN TWO-WAY ANALYSIS OF VARIANCE TEST RESULTS

VARIABLE NAME	RANK SUM
ERROR1	135.5
ERROR2	134.0
ERROR3	115.5
ERROR4	124.5
ERROR5	90.5

FRIEDMAN TEST STATISTIC = 13.47
 LEVEL OF SIGNIFICANCE = 0.0092

BMDP3D-T-TESTS

VARIABLE	MEAN	STD DEV	MAXIMUM	MINIMUM
ERROR1	1.6750	1.2687	5.0000	0.0000
ERROR2	1.6250	1.0546	4.0000	0.0000
ERROR3	1.2750	1.1320	3.0000	0.0000
ERROR4	1.5500	1.0849	3.0000	0.0000
ERROR5	0.8000	1.0178	4.0000	0.0000

VARIABLE	WILCOXON	P-VALUE
ERROR1-ERROR2	205.0	0.7803
ERROR1-ERROR3	82.0	0.0828
ERROR1-ERROR4	203.5	0.5348
ERROR1-ERROR5	81.0	0.0009
ERROR2-ERROR3	173.5	0.1363
ERROR2-ERROR4	214.0	0.6926
ERROR2-ERROR5	109.5	0.0033
ERROR3-ERROR4	136.5	0.1921
ERROR3-ERROR5	49.0	0.0096
ERROR4-ERROR5	90.0	0.0027

NUMERO DE ERRORES POR COMISION.

BMDP3S-NONPARAMETRIC STATISTICS

FRIEDMAN TWO-WAY ANALYSIS OF VARIANCE TEST RESULTS

VARIABLE NAME	RANK SUM
NEC1	136.5
NEC2	131.5
NEC3	114.0
NEC4	122.0
NEC5	96.0

FRIEDMAN TEST STATISTIC = 10.20
 LEVEL OF SIGNIFICANCE = 0.0371

BMDP3D-T-TESTS

VARIABLE	MEAN	STD DEV	MAXIMUM	MINIMUM
NEC1	1.4500	1.0365	4.0000	0.0000
NEC2	1.3500	0.8930	3.0000	0.0000
NEC3	1.0500	1.0365	3.0000	0.0000
NEC4	1.3250	1.0715	3.0000	0.0000
NEC5	0.8000	1.0178	4.0000	0.0000

VARIABLE	WILCOXON	P-VALUE
NEC1-NEC2	225.0	0.6385
NEC1-NEC3	90.0	0.0802
NEC1-NEC4	221.5	0.5899
NEC1-NEC5	86.0	0.0034
NEC2-NEC3	190.5	0.1574
NEC2-NEC4	178.0	0.7825
NEC2-NEC5	129.5	0.0170
NEC3-NEC4	128.0	0.1304
NEC3-NEC5	74.0	0.1310
NEC4-NEC5	95.5	0.0210

NUMERO DE ERRORES POR COMISION MEMORIA

BMDP3S-NONPARAMETRIC STATISTICS

FRIEDMAN TWO-WAY ANALYSIS OF VARIANCE TEST RESULTS

VARIABLE NAME	RANK SUM
NECM1	129.5
NECM2	133.0
NECM3	112.5
NECM4	119.5
NECM5	105.5

FRIEDMAN TEST STATISTIC = 5.26
LEVEL OF SIGNIFICANCE = 0.2616

NUMERO DE ERRORES POR COMISION COMPRESION.

BMDP3S-NONPARAMETRIC STATISTICS

FRIEDMAN TWO-WAY ANALYSIS OF VARIANCE TEST RESULTS

VARIABLE NAME	RANK SUM
NECC1	131.0
NECC2	120.5
NECC3	115.5
NECC4	133.5
NECC5	99.5

FRIEDMAN TEST STATISTIC = 7.44
 LEVEL OF SIGNIFICANCE = 0.1144

BMDP3D-T-TEST

VARIABLE	MEAN	STD DEV	MAXIMUM	MINIMUM
NECC1	0.7000	0.4750	3.0000	0.0000
NECC2	0.4750	0.6789	2.0000	0.0000
NECC3	0.4500	0.6385	2.0000	0.0000
NECC4	0.6250	0.6279	2.0000	0.0000
NECC5	0.2750	0.6400	3.0000	0.0000

VARIABLE	WILCOXON	P-VALUE
NECC1-NECC2	98.5	0.2097
NECC1-NECC3	92.0	0.1410
NECC1-NECC4	142.5	0.5692
NECC1-NECC5	51.5	0.0210
NECC2-NECC3	145.0	0.8763
NECC2-NECC4	76.0	0.2350
NECC2-NECC5	69.5	0.1626
NECC3-NECC4	40.0	0.1083
NECC3-NECC5	54.0	0.1266
NECC4-NECC5	52.0	0.0087

NUMERO TOTAL DE ERRORES POR OMISION.

BMDP3S-NONPARAMETRIC STATISTICS

FRIEDMAN TWO-WAY ANALYSIS OF VARIANCE TEST RESULTS

VARIABLE NAME	RANK SUM
NEO1	98.0
NEO2	103.0
NEO3	99.5
NEO4	99.5
NEO5	-

FRIEDMAN TEST STATISTIC = 0.20
LEVEL OF SIGNIFICANCE = 0.9772

*** WARNING ***

ANY VARIABLE WHOSE STANDART DEVISTION IS ZERO
WILL NOT BE INCLUDED IN THE ANALYSES.

BMDP3D-T-TESTS

VARIABLE	MEAN	STD DEV	MAXIMUM	MINIMUM
NEO1	0.2250	0.5768	2.0000	0.0000
NEO2	0.2750	0.5057	2.0000	0.0000
NEO3	0.2250	0.5305	2.0000	0.0000
NEO4	0.2250	0.5305	2.0000	0.0000
NEO5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

VARIABLE	WILCOXON	P-VALUE
NEO1-NEO2	23.0	0.6267
NEO1-NEO3	14.0	1.0000
NEO1-NEO4	44.5	0.9424
NEO1-NEO5	0.0	0.0313
NEO2-NEO3	27.5	0.5930
NEO2-NEO4	52.5	0.6374
NEO2-NEO5	0.0	0.0020
NEO3-NEO4	45.0	0.9706
NEO3-NEO5	0.0	0.0156
NEO4-NEO5	0.0	0.0156